



SKRIPSI – ME-141501

**ANALISA PERFORMA GENERATOR
LISTRIK TERHADAP PERUBAHAN
TEMPERATUR KAMAR MESIN**

Donny Endra Prastya
NRP. 4212 100 050

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Beny Cahyono, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – ME-141501

**PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICAL
GENERATOR ON ENGINE ROOM
TEMPERATURE CHANGES**

Donny Endra Prastya
NRP. 4212 100 050

Supervisor
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Beny Cahyono, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMA GENERATOR LISTRIK TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR KAMAR MESIN

SKRIPSI

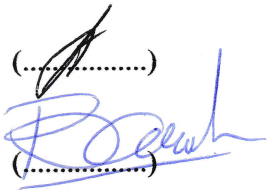
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Donny Endra Prastya
NRP. 4212 100 050

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
NIP : 1960 0319 1987 01 1001
2. Beny Cahyono, S.T., M.T.
NIP : 1979 0319 2008 01 1008

(.....)

(.....)

SURABAYA
JULI, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMA GENERATOR LISTRIK TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR KAMAR MESIN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Donny Endra Prastya
NRP. 4212 100 050

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA PERFORMA GENERATOR LISTRIK TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR KAMAR MESIN

Nama Mahasiswa : Donny Endra Prastya
NRP : 4212 100 050
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Beny Cahyono, S.T., M.T.

ABSTRAK

Generator listrik digunakan untuk mengkonversi energi mekanis menjadi energi listrik untuk mencukupi kebutuhan penggunaanya. Generator dalam aplikasi *marine use* memiliki persyaratan yang sangat ketat terkait efisiensi, *reliability* (keandalan) dan *maintainability* (perawatan). Mengingat kondisi laut bisa menjadi sangat ekstrim daripada situasi di darat. Dalam operasinya, generator tidak mampu bekerja secara optimal dari kapasitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya beberapa faktor kerugian daya yang dapat mempengaruhi kinerja dari generator tersebut. Salah satu faktor kerugian daya listrik generator adalah kondisi temperatur kamar mesin yang tidak sesuai dengan temperatur kerja generator. Pengaruh temperatur kamar mesin terhadap unjuk kerja generator dapat ditinjau dalam beberapa aspek. Salah satu aspek untuk kerja generator adalah perubahan sifat material kumparan terhadap perubahan temperatur kamar mesin. Tujuan agar mengetahui efisiensi daya yang dikeluarkan oleh generator dan temperatur kerja optimal pada generator di kamar mesin kapal serta mengetahui dampak perubahan temperatur terhadap sifat material kumparan generator. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan kajian pustaka serta gabungan antara perancangan dan eksperimental. Hasil yang

diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi daya pada setiap pembebanan yang ada mengalami penurunan rata – rata 2% pada setiap kenaikan temperatur. Untuk tahanan isolasi mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 30 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 1 M Ω . Generator di luar ruang isolasi akan memiliki umur yang relatif lebih panjang karena berada pada ruangan dengan temperature normal. Hal sebaliknya akan terjadi pada generator yang berada pada ruangan isolasi akan cenderung memiliki umur yang pendek akibat kerusakan material akibat peningkatan temperature ruangan yang mempengaruhi kinerja dari generator.

Kata kunci : Efisiensi, Generator, Isolasi, Kamar Mesin, Temperatur

PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICAL GENERATOR ON ENGINE ROOM TEMPERATURE CHANGES

Name : Donny Endra Prastya
NRP : 4212 100 050
Department : Marine Engineering
Advisor : Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Beny Cahyono, S.T., M.T.

ABSTRACT

Electric generators are used to convert mechanical energy into electrical energy to meet the needs of its users. Generator used in marine applications have a very strict requirements related to its efficiency, reliability and maintainability given the condition of the sea can be very extreme situation rather than on the ground. In its operation, the generator is not able to work optimally from the resulting capacity. This is due to several factors the power loss that can affect the performance of the generator. One of the factors is the loss of electrical power generator engine room temperature conditions that do not correspond to the working temperature of the generator. The effect of temperature on the performance of the engine room generator can be reviewed in some aspects. One of the aspects of the generator work is the change in the material of coil properties to the changes in the engine room temperature. The aim is to determine the efficiency of the power output by the generator and optimal working temperature of the generator in the engine room and the ship and also to determine the impact of changes in temperature on material properties coils. The method used is to do a literature review as well as a combination of design and experimental. The results obtained from this study indicate that the power efficiency of any encumbrances existing on decreased average 2% at any temperature. For insulation resistance decreased value - average of 30 MΩ and resistance coils each -

each experienced a decline in value - average of 1 MΩ. Generator outside the isolation room will have a relatively longer lifespan because they are in a room with normal temperature. The opposite will occur on the generator that is on isolation room will tend to have a short life due to material damage as a result of temperature increase in the room that affects the performance of the generator.

Keywords : Efficiency, Generator, Insulation, Engine Room, Temperature

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR GRAFIK | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan..... | 3 |
| 1.5 Manfaat..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Tegangan | 5 |
| 2.1.1. Tegangan AC..... | 6 |
| 2.1.2. Tegangan DC..... | 6 |
| 2.1.3. Tegangan Fasa | 7 |
| 2.1.4. Tegangan Line | 7 |
| 2.2. Arus | 8 |
| 2.2.1. Arus AC..... | 8 |
| 2.2.2. Arus DC..... | 9 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 2.2.3. | Arus Fasa | 9 |
| 2.2.4. | Arus Line | 9 |
| 2.3. | Generator | 10 |
| 2.3.1. | Pengertian Generator | 10 |
| 2.3.2. | Fungsi Generator | 10 |
| 2.3.3. | Bagian-bagian Generator | 11 |
| 2.4. | Macam-Macam Generator | 12 |
| 2.4.1. | Berdasarkan Pole | 12 |
| 2.4.2. | Berdasarkan Arus yang dihasilkan | 13 |
| 2.4.3. | Berdasarkan Fasa | 14 |
| 2.4.4. | Berdasarkan Bentuk Rotor | 16 |
| 2.4.5. | Berdasarkan Sistem Eksitasi | 17 |
| 2.5. | Daya | 18 |
| 2.5.1. | Macam-Macam Daya | 19 |
| 2.6. | Beban | 21 |
| 2.6.1. | Beban Resistif | 21 |
| 2.6.2. | Beban Induktif | 22 |
| 2.6.3. | Beban Kapasitif | 23 |
| 2.7. | Karakteristik Generator | 24 |
| 2.7.1. | Generator Tanpa Beban | 24 |
| 2.7.2. | Generator Berbeban | 25 |
| 2.7.3. | Generator Beban Tidak Seimbang | 28 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 29 |

| | | |
|---------------------------|--|----|
| 3.1. | Umum | 29 |
| 3.2. | Diagram Alir | 32 |
| 3.3. | Alat dan Bahan | 33 |
| 3.3.1. | Peralatan Pengambilan Data di Laboratorium | 33 |
| 3.3.2. | Data yang Digunakan | 35 |
| 3.4. | Tahapan Kegiatan Pengujian | 35 |
| 3.4.1. | Pengujian Open Circuit | 35 |
| 3.4.2. | Pengujian Pengaturan Tegangan Generator Dengan Beban Resistif, Induktif dan Kapasitif | 39 |
| BAB IV ANALISA DATA | | 47 |
| 4.1. | Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit | 47 |
| 4.1.1. | Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Tanpa Ruang Isolasi | 47 |
| 4.1.2. | Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi | 49 |
| 4.1.3. | Perbandingan | 53 |
| 4.2. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif | 56 |
| 4.2.1. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Tanpa Ruang Isolasi | 56 |
| 4.2.2. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi | 58 |
| 4.2.3. | Perbandingan | 62 |
| 4.3. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif | 65 |

| | | |
|----------------------------------|---|----|
| 4.3.1. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Tanpa Ruang Isolasi | 65 |
| 4.3.2. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi | 68 |
| 4.3.3. | Perbandingan | 71 |
| 4.4. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif | 75 |
| 4.4.1. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Tanpa Ruang Isolasi | 75 |
| 4.4.2. | Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi | 78 |
| 4.4.3. | Perbandingan | 82 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 85 |
| 5.1. | Kesimpulan | 85 |
| 5.2. | Saran | 87 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 89 |
| LAMPIRAN | | 91 |
| BIODATA PENULIS | | 92 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Tegangan AC | 6 |
| Gambar 2.2. Tegangan DC | 7 |
| Gambar 2.3. Konfigurasi Tegangan Fasa dan Tegangan Line pada Rangkaian Wye Delta..... | 8 |
| Gambar 2.4. Gambar Arus AC dan DC..... | 9 |
| Gambar 2.5. Bagian-bagian Generator | 12 |
| Gambar 2.6. Internal Pole..... | 12 |
| Gambar 2.7. External Pole..... | 13 |
| Gambar 2.8. Generator Arus Bolak-Balik | 13 |
| Gambar 2.9. Generator Arus Searah..... | 14 |
| Gambar 2.10. Sistem Generator 1 Phase | 15 |
| Gambar 2.11. Komponen Generator 3 Phase | 15 |
| Gambar 2.12. Perbedaan Jenis Salient Pole dan Non Salient Pole | 16 |
| Gambar 2.13. Sistem Eksitasi Dengan Sikat | 17 |
| Gambar 2.14. Sistem Eksitasi Tanpa Sikat..... | 18 |
| Gambar 2.15. Segitiga Daya..... | 19 |
| Gambar 2.16. Rangkaian Resistif Gelombang AC..... | 21 |
| Gambar 2.17. Rangkaian Induktif Gelombang AC | 22 |
| Gambar 2.18. Rangkaian Kapasitif Gelombang AC | 24 |
| Gambar 2.19. Kurva dan Rangkaian Tanpa Beban | 25 |
| Gambar 2.20. Segitiga Daya Beban Resistif | 26 |
| Gambar 2.21. Segitiga Daya Beban Induktif..... | 27 |
| Gambar 2.22. Segitiga Daya Beban Kapasitif | 28 |
| Gambar 4.1. <i>Switch Resistance Load</i> 67-140 Pada Kondisi Normal..... | 56 |
| Gambar 4.2. <i>Inductive Load</i> 67-300 Pada Kondisi Normal | 65 |
| Gambar 4.3. <i>Inductive Load</i> 67-300 Pada Kondisi Beban Strip 6 | 66 |

Gambar 4.4. *Three Phase Capacitive Load 67-210* Pada Kondisi
Normal.....75

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1. Daftar Peralatan Uji Coba Karakteristik Sirkuit Terbuka Generator Sinkron Tiga Phase..... | 33 |
| Tabel 3.2. Daftar Peralatan Uji Coba Karakteristik Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Tiga Phase | 33 |
| Tabel 3.3. Data Spesifik Motor Penggerak Generator (67-100).. | 34 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit | 47 |
| Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Karakteristik Open Circuit Tanpa Ruang Isolasi | 49 |
| Tabel 4.3. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C | 49 |
| Tabel 4.4. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C | 50 |
| Tabel 4.5. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C | 50 |
| Tabel 4.6. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C | 50 |
| Tabel 4.7. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C | 51 |
| Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi | 52 |
| Tabel 4.9. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif..... | 57 |
| Tabel 4.10. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Resistif Tanpa Ruang Isolasi | 58 |
| Tabel 4.11. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C..... | 59 |
| Tabel 4.12. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.13. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C..... | 59 |
| Tabel 4.14. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C..... | 60 |
| Tabel 4.15. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C..... | 60 |
| Tabel 4.16. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi..... | 61 |
| Tabel 4.17. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif | 66 |
| Tabel 4.18. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Induktif Tanpa Ruang Isolasi | 68 |
| Tabel 4.19. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C | 68 |
| Tabel 4.20. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C | 69 |
| Tabel 4.21. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C | 69 |
| Tabel 4.22. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C | 69 |
| Tabel 4.23. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C | 69 |
| Tabel 4.24. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi..... | 71 |
| Tabel 4.25. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif | 76 |
| Tabel 4.26. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Kapasitif Tanpa Ruang Isolasi..... | 78 |
| Tabel 4.27. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C | 78 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.28. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C | 79 |
| Tabel 4.29. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C | 79 |
| Tabel 4.30. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C | 79 |
| Tabel 4.31. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C | 80 |
| Tabel 4.32. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi | 81 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

| | |
|---|----|
| Grafik 4.1. Karakteristik Tegangan Open Circuit Terhadap Arus Eksitasi | 48 |
| Grafik 4.2. Karakteristik Tegangan Output Terhadap Arus Eksitasi Dengan Ruang Isolasi | 51 |
| Grafik 4.3. Hasil Perbandingan Tegangan Output Sebelum dan Sesudah Menggunakan Ruang Isolasi Pada Open Circuit..... | 54 |
| Grafik 4.4. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Sebelum dan Sesudah Menggunakan Ruang Isolasi Pada Open Circuit..... | 55 |
| Grafik 4.5. Karakteristik $\cos \phi$ Dengan Beban Resistif..... | 57 |
| Grafik 4.6. Karakteristik Daya Keluaran Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi | 61 |
| Grafik 4.7. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap Temperatur Saat Beban Resistif | 62 |
| Grafik 4.8. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur Saat Beban Resistif..... | 63 |
| Grafik 4.9. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif..... | 64 |
| Grafik 4.10. Karakteristik Tegangan Output Terhadap Arus Pada Beban Induktif | 67 |
| Grafik 4.11. Karakteristik Daya Keluaran Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi | 70 |
| Grafik 4.12. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif..... | 72 |
| Grafik 4.13. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur Saat Beban Induktif | 73 |
| Grafik 4.14. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif | 74 |
| Grafik 4.15. Karakteristik Tegangan Terhadap Arus Pada Beban Kapasitif | 77 |

Grafik 4.16. Karakteristik Beban Kapasitif Terhadap Arus
Dengan Ruang Isolasi.....80

Grafik 4.17. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap
Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif82

Grafik 4.18. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur
Saat Beban Kapasitif83

Grafik 4.19. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur
Pada Saat Beban Kapasitif..... 84

DAFTAR LAMPIRAN

1. **Lampiran 1**
Tabel Perbandingan Karakteristik Open Circuit
2. **Lampiran 2**
Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Resistif
3. **Lampiran 3**
Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Induktif
4. **Lampiran 4**
Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Kapasitif
5. **Lampiran 5**
Peralatan Eksperimen

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu Negara maritim terbesar di kawasan Asia Tenggara. Kapal merupakan alat transportasi yang banyak digunakan di Indonesia. Tenaga listrik merupakan suatu hal yang sangat penting dalam pengoperasian sebuah kapal. Oleh karena itu sistem kelistrikan yang ada di kapal harus terdiri dari peralatan yang terisolasi dari sumber energi listrik dari luar. Tenaga listrik di kapal digunakan untuk bermacam-macam kebutuhan, seperti untuk penggerak kapal, penggerak mesin-mesin dan pompa, untuk sistem penerangan, sistem pendingin ruangan ataupun muatan. Dimana daya listrik yang dibutuhkan pada kapal, umumnya dihasilkan oleh perangkat tertentu yaitu *generator set*. Pentingnya peran generator dalam mencukupi kebutuhan listrik pada kapal menjadi alasan utama peningkatan perawatan generator. Perawatan ini dilakukan dalam upaya peningkatan unjuk kerja generator dalam menghasilkan daya listrik.

Dalam operasinya generator tidak mampu bekerja secara optimal dari kapasitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya beberapa faktor kerugian daya yang dapat mempengaruhi kinerja dari generator tersebut. Salah satu faktor kerugian daya listrik generator adalah kondisi temperatur kamar mesin yang tidak sesuai dengan temperatur kerja generator. Pengaruh temperatur kamar mesin terhadap unjuk kerja generator dapat ditinjau dalam beberapa aspek. Salah satu aspek unjuk kerja generator adalah perubahan sifat material kumparan terhadap perubahan temperatur kamar mesin.

Oleh karena itu untuk mengetahui besarnya pengaruh temperatur kamar mesin terhadap sifat material kumparan generator maka diperlukan penelitian yang lebih mendalam. Maka penelitian dengan cara memvariasi temperatur kamar mesin dan pengamatan terhadap sifat material pada tiap tingkat temperatur perlu dilakukan. Sifat – sifat material yang muncul akibat perubahan temperatur antara lain adalah sebagai berikut : faktor daya, konduktivitas, hambatan, dan kerugian - kerugian yang terjadi. Dengan begitu nantinya akan diketahui temperatur kerja optimal pada generator dikamar mesin.

1.2 Perumusan Masalah

Generator tidak mampu bekerja secara optimal akibat beberapa faktor kerugian daya. Salah satu faktor kerugian daya listrik generator adalah kondisi temperatur kamar mesin yang tidak sesuai dengan temperatur kerja generator. Pengaruh temperatur kamar mesin terhadap unjuk kerja generator dapat ditinjau dalam beberapa aspek. Salah satu aspek unjuk kerja generator adalah perubahan sifat material kumparan terhadap perubahan temperatur kamar mesin.

Untuk mengukur pengaruh pengaturan temperatur lingkungan kerja generator maka kita harus mengetahui metode apa yang dilakukan sehingga data yang dihasilkan valid. Untuk itu dibutuhkan metode pengambilan data yang sesuai. Perlu juga menentukan beberapa variasi suhu untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pengujian meliputi pengujian beban nol dan berbeban. Hasil pengujian akan dicocokkan dengan analisa kerugian akibat perubahan karakteristik material kumparan stator generator listrik. Sehingga dapat terlihat pengaruh material kumparan terhadap temperatur dilingkungan sekitar generator.

Dengan adanya analisa performa generator listrik terhadap perubahan temperatur kamar mesin maka akan ada perubahan, baik dari segi efisiensi daya yang dikeluarkan oleh generator maupun dari *lifetime* generator itu sendiri. Oleh karena itu dapat di rumuskan beberapa hipotesa antara lain :

1. Bagaimana efisiensi daya yang dikeluarkan oleh generator ketika generator beroperasi pada berbagai kondisi temperatur kamar mesin ?
2. Bagaimana dampak perubahan temperatur terhadap sifat material kumparan generator ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dalam tugas akhir ini, fokus terhadap analisa variasi temperatur terhadap kinerja generator pada beban nol dan berbeban.
2. Jenis generator yang digunakan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui efisiensi daya yang dikeluarkan oleh generator dan temperatur kerja optimal pada generator di kamar mesin kapal.
2. Mengetahui dampak perubahan temperatur terhadap sifat material kumparan generator.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini diharapkan menghasilkan hasil penelitian yang bermanfaat dalam pengoperasian generator. Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini adalah diketahuinya temperatur kerja optimal pada generator. Sehingga pengoperasian generator secara optimal dapat tercapai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tegangan

Tegangan listrik (*Voltage*) merupakan perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah (Ranu, 2007). Tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = \frac{dw}{dt}$$

Dimana :

V = tegangan

w = usaha yang dilakukan elektron

t = waktu yang diperlukan oleh elektron untuk berpindah

$$V = I \cdot R$$

Dimana :

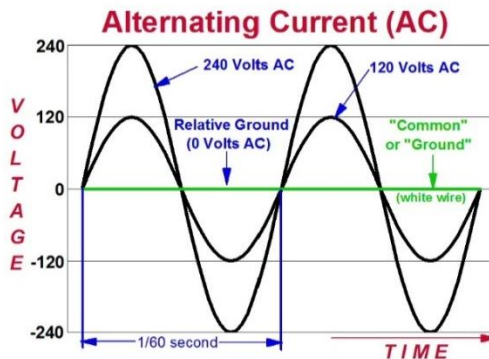
V = tegangan

I = arus listrik

R = hambatan listrik

2.1.1. Tegangan AC

Tegangan AC (*Alternating Current*) merupakan tegangan yang dihasilkan oleh sumber tegangan yang mempunyai dua polaritas yang berubah-ubah dari polaritas yang lebih tinggi ke polaritas yang lebih rendah dalam satuan waktu serta memiliki nilai frekuensi dan sistem perputaran seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Di Indonesia menerapkan listrik dengan frekuensi 50Hz – 60Hz dan tegangan standar yang diterapkan untuk 1 phase adalah 220 volt. Tegangan AC satu phase terdiri dari phase, neutral dan ground, sedangkan untuk tiga phase terdiri dari phase R, phase S, phase T, neutral dan ground. (Ranu, 2007)



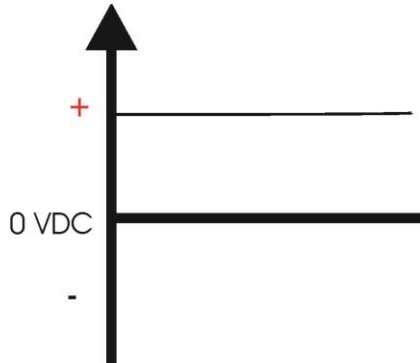
Gambar 2.1. Tegangan AC

(Sumber : *Alternating Current Fundamentals*, 1999)

2.1.2. Tegangan DC

Tegangan DC (*Direct Current*) adalah tegangan yang dihasilkan oleh sumber tegangan searah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Tegangan ini memiliki polaritas yang tetap yaitu positif dan negatif serta memiliki phase yang selalu mengalir dari polaritas tinggi ke polaritas yang rendah, yaitu dari positif ke negatif. Dalam prakteknya, polaritas negatif umumnya

menggunakan warna kabel hitam dan polaritas positif menggunakan warna merah. (Ranu, 2007)



Gambar 2.2. Tegangan DC
(Sumber : *Direct Current Fundamentals*, 2012)

2.1.3. Tegangan Fasa

Tegangan fasa adalah tegangan yang terdapat pada tiap-tiap posisi/fase pada suatu rangkaian atau titik fasa dengan titik netral.

$$V_{\text{fasa}} = \frac{1}{\sqrt{3}} V_{\text{line}} \quad (\text{Hubungan Wye})$$

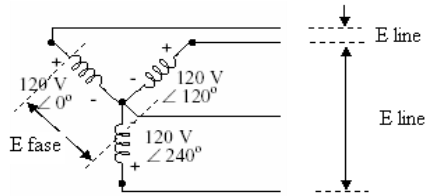
$$V_{\text{line}} = \sqrt{3} V_{\text{fasa}} \quad (\text{Hubungan Delta})$$

2.1.4. Tegangan Line

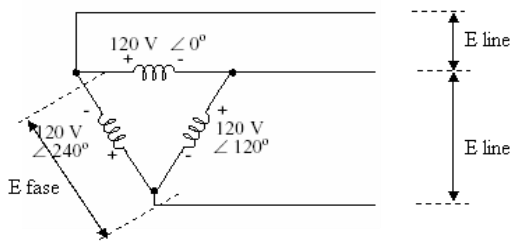
Tegangan line adalah tegangan yang terdapat dalam rangkaian/arus yang berjalan dalam rangkaian atau titik fasa dengan titik fasa.

$$V_{\text{line}} = V_{\text{fasa}} \quad (\text{hubungan Wye})$$

$$V_{\text{line}} = \sqrt{3} V_{\text{fasa}} \quad (\text{hubungan Delta})$$



Gambar Sistem Tiga Fase Konfigurasi Bintang



Gambar Sistem Tiga Fase Konfigurasi Delta

Gambar 2.3. Konfigurasi Tegangan Fasa dan Tegangan Line pada Rangkaian Wye Delta

(Sumber : *Basic Engineering Circuit Analysis*, 2010)

2.2. Arus

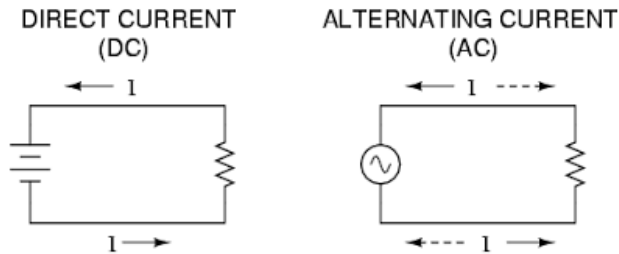
Arus listrik adalah banyaknya jumlah elektron yang mengalir tiap satuan waktu dan dinyatakan dalam satuan *Coulomb*/detik atau *Ampere*. (Ranu, 2007)

2.2.1. Arus AC

Arus listrik AC (*Alternating Current*) merupakan listrik yang besar dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik dalam tiap waktu secara teratur (periodik) seperti pada gambar 2.4. Arus ini membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sunisoida. (Ranu, 2007)

2.2.2. Arus DC

Arus listrik DC (*Direct Current*) merupakan arus listrik searah yang polaritasnya selalu sama atau tetap seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Pada awalnya aliran arus pada listrik DC dikatakan mengalir dari ujung positif menuju ujung negatif. Bagian polaritas yang positif akan selalu positif dan yang negatif akan tetap negatif tidak berubah-ubah dalam tiap waktu.



Gambar 2.4. Gambar Arus AC dan DC
(Sumber: *Electricity 4 AC/DC Motors*, 2013)

2.2.3. Arus Fasa

Arus fasa merupakan arus yang timbul akibat sebuah tegangan yang dihubungkan dengan titik fasa dengan titik netral, Pada 3 fasa yang dikenal sebagai arus fasa adalah R-N; S-N; dan T-N.

$$I_{\text{line}} = I_{\text{fasa}} \quad (\text{Hubungan Wye})$$

$$I_{\text{fasa}} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{\text{line}} \quad (\text{Hubungan Delta})$$

2.2.4. Arus Line

Arus line adalah arus yang timbul akibat sebuah tegangan yang dihubungkan dengan titik fasa dengan titik fasa. Pada 3 fasa yang dikenal sebagai arus line adalah R-S; S-T; dan R-T.

$$I_{\text{line}} = I_{\text{fasa}} \quad (\text{Hubungan Wye})$$

$$I_{\text{line}} = \sqrt{3} I_{\text{fasa}} \quad (\text{Hubungan Delta})$$

2.3. Generator

Generator merupakan sebuah mesin yang mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Generator bekerja berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbul gerak gaya listrik (GGL) yang mempunyai satuan volt.

2.3.1. Pengertian Generator

Generator merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan cara mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Tenaga mekanis yang dimaksud ini digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar dalam medan magnet ataupun sebaliknya memutar magnet diantara kumparan kawat penghantar. Hukum Faraday menjelaskan prinsip dari generator adalah medan magnet yang mengalir pada besi akan menimbulkan gaya gerak listrik. Sedangkan generator 3 phase adalah suatu sistem pembangkit arus listrik bolak balik dengan 3 keluaran yang beda phase-nya 120° .

2.3.2. Fungsi Generator

Generator merupakan perangkat listrik yang berfungsi untuk menghasilkan sumber arus listrik. Pada penelitian ini sumber arus yang dihasilkan oleh generator adalah arus listrik AC 3 phase. Listrik yang dihasilkan dapat berfungsi untuk mengaktifkan perangkat-perangkat listrik yang membutuhkan

arus listrik AC 3 phase seperti motor listrik, listrik rumah, motor crane, dll.

2.3.3. Bagian-bagian Generator

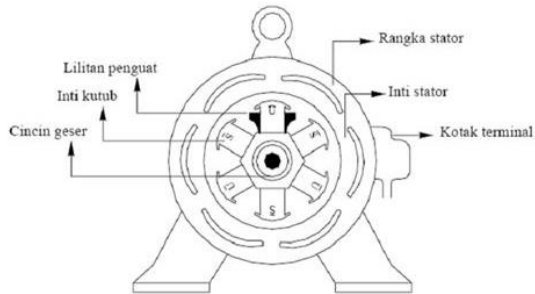
Generator terdiri dari dua bagian yang paling utama, yaitu :

1. Stator (bagian yang diam)

- a. Rangka stator merupakan rumah (kerangka) yang menyangga inti jangkar generator.
- b. Inti stator, terbuat dari laminasi-laminasi baja campuran atau besi magnetic khusus yang terpasang ke rangka stator.
- c. Alur (slot) dan gigi merupakan tempat meletakkan kumparan stator. Ada tiga bentuk alur stator, yaitu terbuka, setengah terbuka dan tertutup.
- d. Kumparan stator (kumparan jangkar) yang biasanya terbuat dari tembaga. Kumparan ini merupakan tempat timbulnya gaya gerak listrik (GGL) induksi.

2. Rotor (bagian yang berputar)

- a. Slip ring (cincin geser) merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolasi tertentu. Terminal kumparan rotor dipasangkan ke slip ring ini kemudian dihubungkan ke sumber arus searah melalui sikat (brush) yang letaknya menempel pada slip ring.
- b. Kumparan rotor (kumparan medan) merupakan unsur yang memegang peranan utama dalam menghasilkan medan magnet. Kumparan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu.
- c. Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumparan rotor, dimana pada poros rotor tersebut telah terbentuk slot-slot secara paralel terhadap poros rotor.

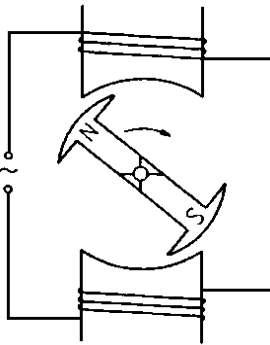


Gambar 2.5. Bagian-bagian Generator
(Sumber: Budiman, 2012)

2.4. Macam-Macam Generator

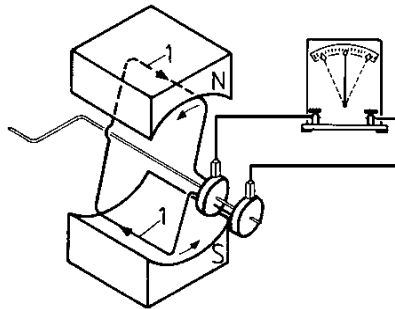
2.4.1. Berdasarkan Pole

1. **Internal Pole** : medan magnet dibangkitkan oleh kutub rotor dan tegangan AC dibangkitkan pada stator. (Yanto, 2005)



Gambar 2.6. Internal Pole
(Sumber : Yanto, 2005)

2. **External Pole** : energi listrik dibangkitkan pada kumparan motor. (Yanto, 2005)

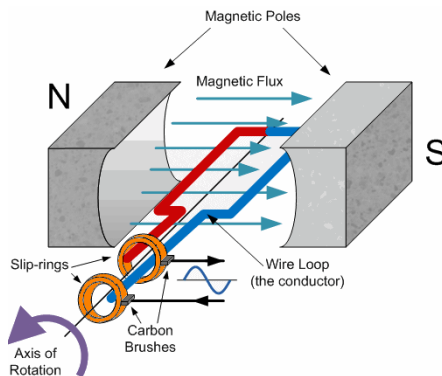


Gambar 2.7. External Pole
(Sumber: Yanto, 2005)

2.4.2. Berdasarkan Arus yang dihasilkan

1. Generator Arus Bolak-Balik (AC)

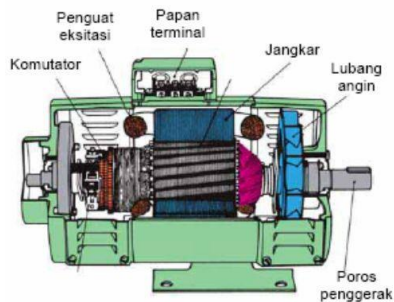
Generator arus bolak-balik yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan bolak-balik. (Yanto, 2005)



Gambar 2.8. Generator Arus Bolak-Balik
(Sumber: *Physics Insight*, 2007)

2. **Generator Arus Searah (DC)**

Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan searah, karena didalamnya terdapat sistem penyearahan yang dilakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan dioda. (Yanto, 2005)

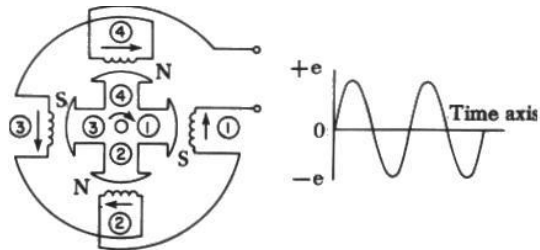


Gambar 2.9. Generator Arus Searah
(Sumber: Budiman, 2012)

2.4.3. Berdasarkan Fasa

1. **Generator 1 Fasa**

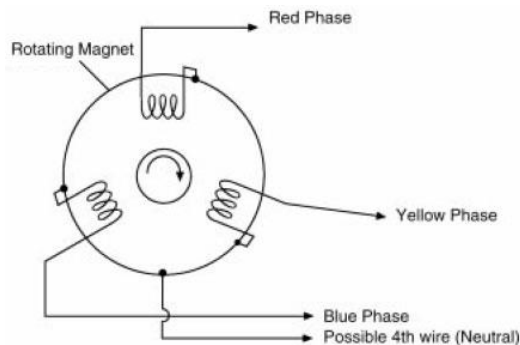
Generator yang dimana dalam sistem melilitnya hanya terdiri dari satu kumpulan kumparan yang hanya dilukiskan dengan satu garis dan dalam hal ini tidak diperhatikan banyaknya lilitan. Ujung kumparan atau fasa yang satu dijelaskan dengan huruf besar X dan ujung yang satu dengan huruf U. (Yanto, 2005)



Gambar 2.10. Sistem Generator 1 Phase
(Sumber: Yanto, 2005)

2. Generator 3 Fase

Generator yang dimana dalam sistem melilitnya terdiri dari tiga kumpulan kumparan yang mana kumparan tersebut masing-masing dinamakan lilitan fasa. Jadi pada statornya ada lilitan fasa yang ke satu ujungnya diberi tanda U – X; lilitan fasa yang ke dua ujungnya diberi tanda dengan huruf V – Y dan akhirnya ujung lilitan fasa yang ke tiga diberi tanda dengan huruf W – Z. (Yanto, 2005)



Gambar 2.11. Komponen Generator 3 Phase
(Sumber : Yanto, 2005)

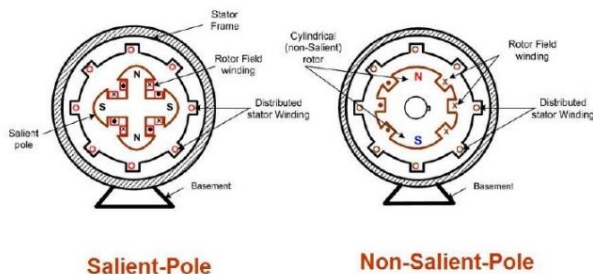
2.4.4. Berdasarkan Bentuk Rotor

1. *Salient Pole* (Jenis Kutub Menonjol)

Pada jenis *salient pole*, kutub magnet menonjol dari permukaan rotor. Belitan-belitan medannya dihubungkan secara seri. Ketika belitan medan ini disuplai oleh eksiter, maka kutub yang berdekatan akan membentuk kutub berlawanan. Rotor jenis ini biasanya digunakan pada generator dengan kecepatan putar rendah dan sedang (120-400 rpm). (Yanto, 2005)

2. *Non Salient Pole* (Jenis Kutub Silinder)

Pada jenis *non salient pole*, konstruksi kutub magnet rata dengan permukaan rotor. Jenis ini terbuat dari baja tempa halus yang berbentuk silinder yang mempunyai alur-alur terbuat di sisi luarnya. Belitan-belitan medan dipasang pada alur-alur di sisi luarnya dan terhubung seri yang disuplai oleh eksiter. Rotor silinder pada umumnya digunakan pada generator dengan kecepatan putar tinggi (1500-3000 rpm). (Yanto, 2005)



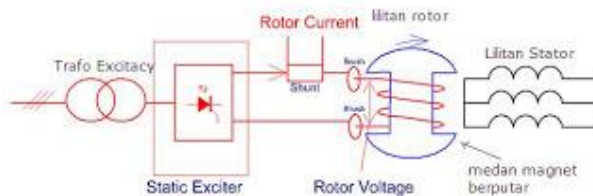
Gambar 2.12. Perbedaan Jenis Salient Pole dan Non Salient Pole
(Sumber : Faiz, 2004)

2.4.5. Berdasarkan Sistem Eksitasi

1. Sistem Eksitasi dengan sikat

Pada Sistem Eksitasi menggunakan sikat, sumber tenaga listriknya berasal dari generator arus searah (DC) atau generator arus bolak balik (AC) yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan *rectifier*.

Jika menggunakan sumber listrik listrik yang berasal dari generator AC atau menggunakan Permanent Magnet Generator (PMG) medan magnetnya adalah magnet permanen. Dalam lemari penyearah, tegangan listrik arus bolak balik diubah atau disearahkan menjadi tegangan arus searah untuk mengontrol kumparan medan eksiter utama (*main exciter*). Untuk mengalirkan arus eksitasi dari *main exciter* ke rotor generator menggunakan slip ring dan sikat arang, demikian juga penyaluran arus yang berasal dari *pilot exciter* ke *main exciter*. (Nurwidigdo, 2008)

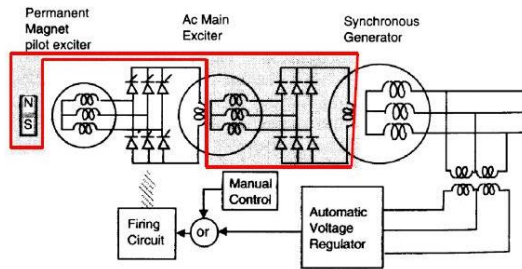


Gambar 2.13. Sistem Eksitasi Dengan Sikat
(Sumber : Nurwidigdo, 2008)

2. Sistem Eksitasi tanpa sikat (brushless excitation)

Penggunaan sikat atau *slip ring* untuk menyalurkan arus eksitasi ke rotor generator mempunyai kelemahan karena besarnya arus yang mampu dialirkan pada sikat

arang relatif kecil. Untuk mengatasi keterbatasan sikat arang, digunakan sistem eksitasi tanpa menggunakan sikat (*brushless excitation*). (Nurwidigdo, 2008)



Gambar 2.14. Sistem Eksitasi Tanpa Sikat
(Sumber : Nurwidigdo, 2008)

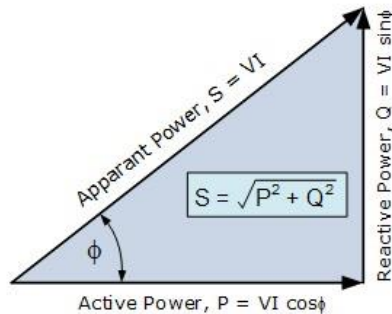
3. AVR (Automatic Voltage Regulator)

Generator yang menggunakan sistem penstabil tegangan keluaran. Berfungsi menstabilkan tegangan listrik yang dihasilkan oleh Exciter Field, sehingga tegangan listrik yang dikeluarkan oleh. Generator tetap terjaga dikisaran 400/240VAC.

2.5. Daya

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan SI daya listrik adalah *watt* yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

Segitiga daya merupakan suatu konsep agar lebih mudah memahami hubungan antara tegangan, arus dan hambatan pada listrik. Besarnya arus berubah sebanding dengan tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan beban.



Gambar 2.15. Segitiga Daya
(Sumber : Tanjung, 2010)

Dimana :

ϕ = Sudut daya reaktif dan daya total

$\cos \phi$ = Faktor daya (*Power Factor*)

2.5.1. Macam-Macam Daya

a. Daya Aktif

Didefinisikan sebagai daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya. Dengan Rumus : (Tanjung, 2010)

$$P = V \times I \times \cos \emptyset \quad (1 \text{ phase})$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \emptyset \quad (3 \text{ phase})$$

Dimana :

P = Daya Nyata (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere)

$\cos \emptyset$ = Faktor Daya

b. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar. Dengan Rumus : (Tanjung, 2010)

$$S = V \times I \quad (1 \text{ phase})$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (3 \text{ phase})$$

Dimana :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere)

c. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya. Dengan Rumus : (Abrar Tanjung, 2010)

$$Q = V \times I \times \sin \emptyset \quad (1 \text{ phase})$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \emptyset \quad (3 \text{ phase})$$

Dimana :

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

$\sin \emptyset$ = Faktor Daya

2.6. Beban

Definisi beban listrik adalah suatu peralatan yang terkoneksi dengan sistem daya sehingga mengkonsumsi energi listrik atau total daya reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi dengan sumber daya.

2.6.1. Beban Resistif

Beban resistif yaitu beban yang hanya terdiri dari komponen tahanan ohm (*resistance*), seperti elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arusnya sefasa. Persamaan daya sebagai berikut (Nugrahanto, 2009):

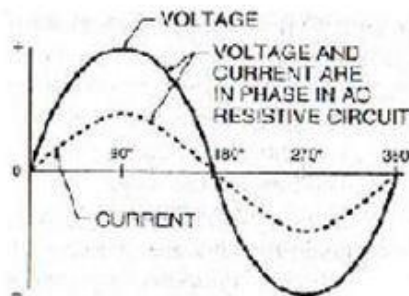
$$P = V.I$$

Dimana :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (ampere)



Gambar 2.16. Rangkaian Resistif Gelombang AC
(Sumber : *Basic AC Circuit*, 2000)

2.6.2. Beban Induktif

Beban induktif yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti coil, transformator dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (*phase shift*) pada arus sehingga bersifat lagging. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif sebagai berikut (Nugrahanto, 2009) :

$$P = V.I.\cos \varphi$$

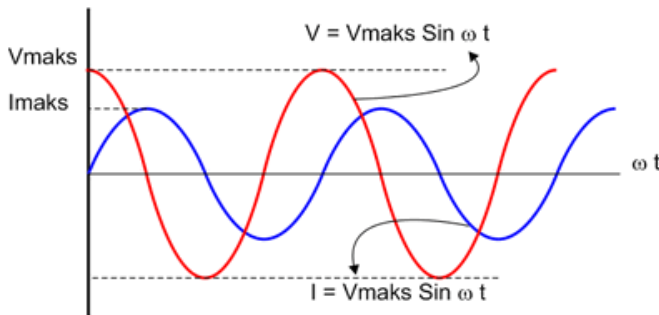
Dimana :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (ampere)

Φ = sudut antara arus dan tegangan



Gambar 2.17. Rangkaian Induktif Gelombang AC
(Sumber : Watkins, 2004)

Untuk menghitung besarnya reaktansi induktif (X_L), dapat digunakan rumus :

$$X_L = 2\pi fL$$

Dimana :

X_L = reaktansi induktif

F = frekuensi (Hz)

L = induktansi (Henry)

2.6.3. Beban Kapasitif

Beban kapasitif yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik (*electrical discharge*) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus *leading* terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut (Nugrahanto, 2009) :

$$P = V.I.\cos \varphi$$

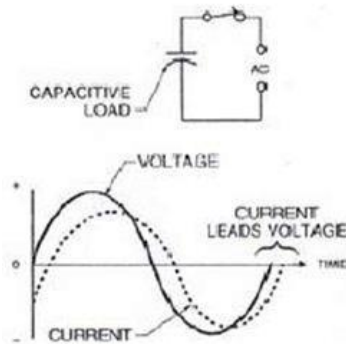
Dimana :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (ampere)

φ = sudut antara arus dan tegangan



Gambar 2.18. Rangkaian Kapasitif Gelombang AC
(Sumber : *Basic AC Circuit*, 2000)

Untuk menghitung besarnya reaktansi kapasitif (X_C), dapat digunakan rumus :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

2.7. Karakteristik Generator

2.7.1. Generator Tanpa Beban

Jika poros generator diputar dengan kecepatan sinkron dan rotor diberi arus medan I_f , maka tegangan E_0 akan terinduksi pada kumparan jangkar stator sebesar :

$$E_0 = c n \Phi$$

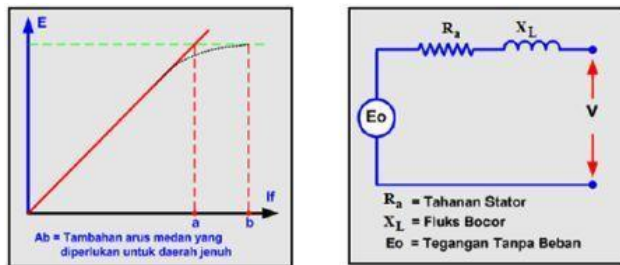
Dimana :

c = konstanta mesin

n = putaran sinkron

Φ = fluks yang dihasilkan oleh I_f

Generator arus bolak-balik yang dioperasikan tanpa beban, arus jangkarnya akan nol ($I_a = 0$) sehingga tegangan terminal $V_t = V_a = V_o$. Karena besar ggl induksi merupakan fungsi dari fluks magnet, maka ggl induksi dapat dirumuskan: $E_a = f N \Phi$, yang berarti pengaturan arus medan sampai kondisi tertentu akan mengakibatkan ggl induksi tanpa beban dalam keadaan saturasi.



Gambar 2.19. Kurva dan Rangkaian Tanpa Beban
(Sumber : Watkins, 2004)

2.7.2. Generator Berbeban

Tiga macam sifat beban jika dihubungkan dengan generator, yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif. Akibat pembeban ini akan berpengaruh terhadap tegangan beban dan faktor dayanya. Dalam keadaan berbeban arus jangkar akan mengalir dan mengakibatkan terjadinya reaksi jangkar. Reaksi jangkar bersifat reaktif karena itu dinyatakan sebagai reaktan dan disebut sebagai reaktan pemagnet (X_m). Reaktan pemagnet ini bersama sama dengan reaktan fluks bocor (X_a) dikenal sebagai reaktan sinkron (X_s). Pada saat generator dibebani akan terjadi drop tegangan sebelum terminal outputnya. Besarnya drop tegangan ini sangat tergantung pada kondisi beban yang ada.

Adapun macam macam drop tegangan tersebut yakni :

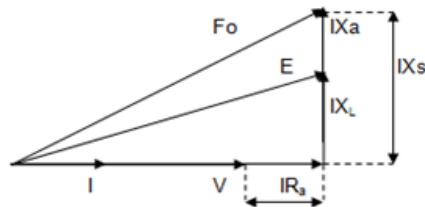
1. Drop tegangan akibat tahanan jangkar (IR_a)
2. Drop tegangan akibat reaktansi jangkar (IX_a)
3. Drop tegangan flux bocor (IX_l)

Seperti telah dibahas, maka beban AC dapat digolongkan dalam 3 kondisi yaitu :

1. Beban $\cos \phi = 1$

Beban Resistif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Sifat beban resistif adalah arus beban resistif sefase dengan tegangannya atau faktor daya atau $\cos \phi = 1$. Efek beban ini terhadap generator adalah putaran generator turun dan tegangan generator juga turun. Contoh dari beban resistif adalah lampu pijar dan alat pemanas. (Nurwidigdo, 2008)

$$E_0 = \sqrt{(V + I R_a)^2 + (I (X_b + X_i))^2}$$



Gambar 2.20. Segitiga Daya Beban Resistif
(Sumber : Marine Electrical, 2001)

Dimana :

E_a = tegangan yang terangkat pada kumparan jangkar (tegangan beban nol)

E = Emf induksi beban

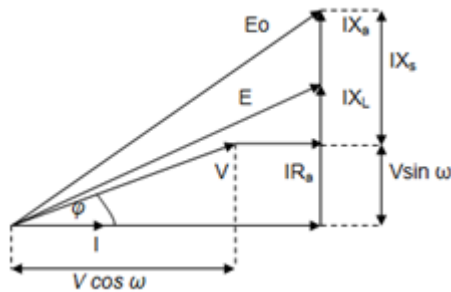
V = tegangan terminal

2. Lagging

Beban Induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti besi. Sifat beban induktif adalah arus beban induktif 90° ketinggalan terhadap tegangannya atau faktor daya : $\cos \varphi = 0$. Bila $\cos \varphi = 0$ maka $\sin \varphi = 1$ dan daya aktif menjadi nol daya reaktif maksimum.

Efek beban ini terhadap generator adalah tegangan stator turun dan putaran tetap. Contoh dari beban induktif adalah kumparan, motor-motor listrik, dan lampu TL. (Nurwidigdo, 2008)

$$E_0 = \sqrt{(V \cos \varphi + I R_a)^2 + (V \sin \varphi + I (X_a + X_i))^2}$$

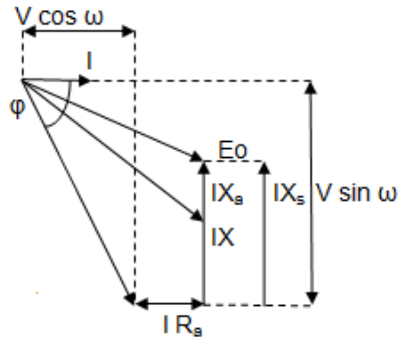


Gambar 2.21. Segitiga Daya Beban Induktif
(Sumber : Marine Electrical, 2001)

3. Leading

Sifat beban kapasitif adalah arus beban kapasitif 90° mendahului terhadap tegangannya atau faktor daya : $\cos \varphi = 0$. Efek beban ini terhadap generator adalah akibatnya tegangan stator naik putaran tetap. Contoh dari beban kapasitif adalah kapasitor/kondensator. (Nurwidigdo, 2008)

$$E_0 = \sqrt{(V \cos \varphi + I R_a)^2 + (V \sin \varphi - I X_s)^2}$$



Gambar 2.22. Segitiga Daya Beban Kapasitif
(Sumber : Marine Electrical, 2001)

2.7.3. Generator Beban Tidak Seimbang

Sifat terpenting dari pembebanan yang seimbang adalah jumlah phasor dari ketiga tegangan adalah sama dengan nol, begitupula dengan jumlah phasor dari arus pada ketiga fase juga sama dengan nol. Jika impedansi beban dari ketiga fase tidak sama, maka jumlah phasor dan arus netralnya (I_n) tidak sama dengan nol dan beban dikatakan tidak seimbang. Ketidakseimbangan beban ini dapat saja terjadi karena hubung singkat atau hubung terbuka pada beban.

Dalam sistem 3 fase ada 2 jenis ketidakseimbangan, yaitu:

1. Ketidakseimbangan pada beban, beban resistif
2. Ketidakseimbangan pada sumber listrik (sumber daya), beban kapasitif

Kombinasi dari kedua ketidakseimbangan sangatlah rumit untuk mencari pemecahan permasalahannya, oleh karena itu kami hanya akan membahas mengenai ketidakseimbangan beban dengan sumber listrik yang seimbang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Metodologi tugas akhir merupakan urutan sistematis tahapan pengerjaan tugas akhir yang dilakukan sejak dimulainya pengerjaan hingga akhir. Penulisan tugas akhir ini bersifat gabungan antara perancangan dan eksperimental sehingga dibutuhkan data-data penunjang untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Metodologi yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini secara umum dimulai dengan studi literature, pengumpulan data-data, menentukan dan menyusun perangkat uji, melakukan pengujian, pengambilan data, melakukan perhitungan, validasi data hasil pengujian, melakukan analisa dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan dan saran.

1. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pembelajaran terhadap teori-teori yang mendukung penelitian dan akan dibahas dalam penulisan tugas akhir. Teori yang dimaksud terkait cara kerja generator, sifat material kumparan stator generator, cara pengujian performa generator. Sumber yang digunakan sebagai acuan dapat berasal dari buku, jurnal, paper dan internet.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini sehingga dibutuhkan beberapa perangkat penunjang dalam pengumpulan data. Adapun jenis data yang akan dikumpulkan pada tahap ini antara lain :

- Spesifikasi Teknis Generator Feedback

- Spesifikasi Teknis Motor DC sebagai penggerak utama
- Temperatur Lingkungan kerja optimal Generator
- Jenis Material kumparan stator Generator
- Jenis Pengujian yang digunakan

3. Menentukan dan Menyusun Perangkat Uji

Pada tahapan ini dilakukan persiapan mulai dari menentukan hingga penyusunan perangkat uji menjadi sebuah rangkaian uji yang dapat menghasilkan hasil uji yang baik. Adapun jenis data yang akan dikumpulkan pada tahap ini antara lain :

- Generator
- Motor DC
- Voltmeter
- Amperemeter
- Megger
- Ohmmeter
- Beban

4. Melakukan Pengujian dan Pengambilan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengujian performa generator. Generator diuji dengan beberapa jenis pengujian, pengujian tersebut antara lain :

- Pengujian tanpa beban
- Pengujian berbeban

Pada tahapan ini juga sekaligus dilakukan pengambilan data tiap masing-masing pengujian dilakukan pada tiap tingkat temperatur lingkungan. Sehingga pada setiap jenis pengujiannya didapatkan data seperti tegangan, arus, dan kecepatan putar generator.

5. Perhitungan Daya Keluaran Generator dan Kerugian yang terjadi pada tiap pengujiannya

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan daya keluaran generator dan kerugian yang terjadi pada tiap pengujian (tanpa beban dan berbeban).

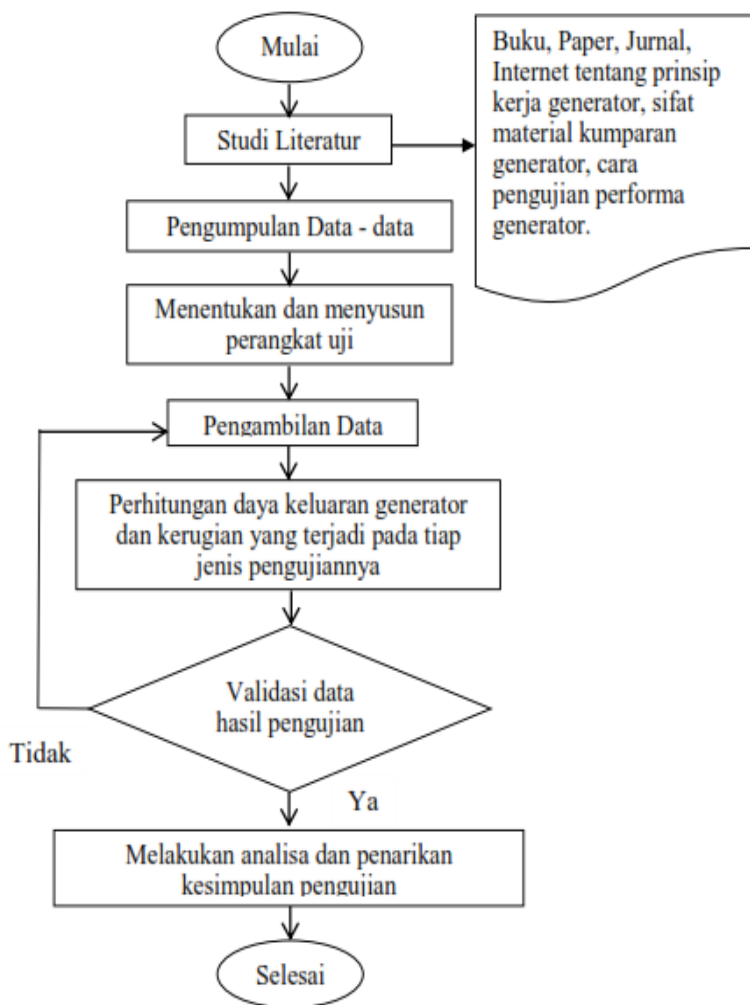
6. Validasi Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan maka hasil yang didapatkan di validasi, terhadap perubahan karakteristik material kumparan stator akibat variasi temperatur. Apakah masih ada hasil yang tidak sesuai dengan rumusan masalah awal dan apakah hasil yang didapatkan sesuai dengan teori yang digunakan. Validasi dilakukan tidak hanya pada data yang didapatkan namun evaluasi secara menyeluruh terkait metode juga tahapan pelaksanaannya.

7. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan proses analisa dan pembahasan, selanjutnya menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Kesimpulan berdasarkan dari hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan. Selanjutnya adalah memberikan saran-saran yang diberikan sebagai masukan dan bahan pertimbangan pihak yang berkaitan untuk melakukan analisa lebih lanjut.

3.2. Diagram Alir



Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Peralatan Pengambilan Data di Laboratorium

Berikut adalah tabel daftar peralatan yang digunakan untuk pengambilan data di Laboratorium :

Tabel 3.1. Daftar Peralatan Uji Coba Karakteristik Sirkuit Terbuka Generator Sinkron Tiga Phase

| Deskripsi | No Tipe | Jumlah |
|---|----------|--------|
| System Frame | 91-200 | 1 |
| Power Manifold | 91-220 | 1 |
| Universal Bin | 91-240 | 1 |
| Three Phase Supply Control Panel | 60-100 | 1 |
| Variable ac/dc supply 5 A | 60-121 | 1 |
| 3-phase synchronous machine | 64-510 | 1 |
| Single & Three Phase Measurements | 68-100 | 1 |
| Dc Voltmeter & Ammeter | 68-110 | 1 |
| Dynamometer Loading System Comprising ETL 174-3 & ETL 174 RDP | 67-001 | 1 |
| Set of patch leads | 68-800 | 1 |
| Set of current divider resistor ariends loader | 64-510.1 | 1 |

Tabel 3.2. Daftar Peralatan Uji Coba Karakteristik Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Tiga Phase

| Deskripsi | No Tipe | Jumlah |
|----------------------------------|---------|--------|
| System Frame | 91-200 | 1 |
| Power Manifold | 91-220 | 1 |
| Universal Bin | 91-240 | 1 |
| Three Phase Supply Control Panel | 60-100 | 1 |

| Deskripsi | No Tipe | Jumlah |
|--|----------|--------|
| Variable ac/dc supply 5 A | 60-121 | 1 |
| 3-phase synchronous machine | 64-510 | 1 |
| Single & Three Phase Measurements | 68-100 | 1 |
| Lanjutan Tabel 3.2. | | |
| Dc Voltmeter & Ammeter | 68-110 | 1 |
| Switched Resistance Load | 67-140 | 3 |
| Inductive Load | 67-300 | 3 |
| Three Phase Capacitive Load | 67-210 | 1 |
| Dynamometer Loading System | | |
| Comprising ETL 174-3 & ETL 174 RDP | 67-001 | 1 |
| Set of patch leads | 68-800 | 1 |
| Set of current divider resistor ariends loader | 64-510.1 | 1 |

Tabel 3.3. Data Spesifik Motor Penggerak Generator (67-100)

| | |
|------------------|----------------------------|
| Serial No | SC 226005/01 2565-00280 |
| Frame | 5A |
| KW | 0.5 max |
| Torque | - |
| Volt | 180 A/220F |
| Ph | - |
| Amps | 3.5 |
| Rpm | 1400 – 5000 |
| Rating | 1 Hour C.L.R |
| Type | Shunt |
| Enclosure | D.P. |

| Class | F |
|---------------------|--|
| Manufacturer | Laurance Scott & Electromotors Ltd. Norwich, England NECO |

3.3.2. Data yang Digunakan

1. Uji sirkuit terbuka
2. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan resistif
3. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan induktif
4. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan kapasitif

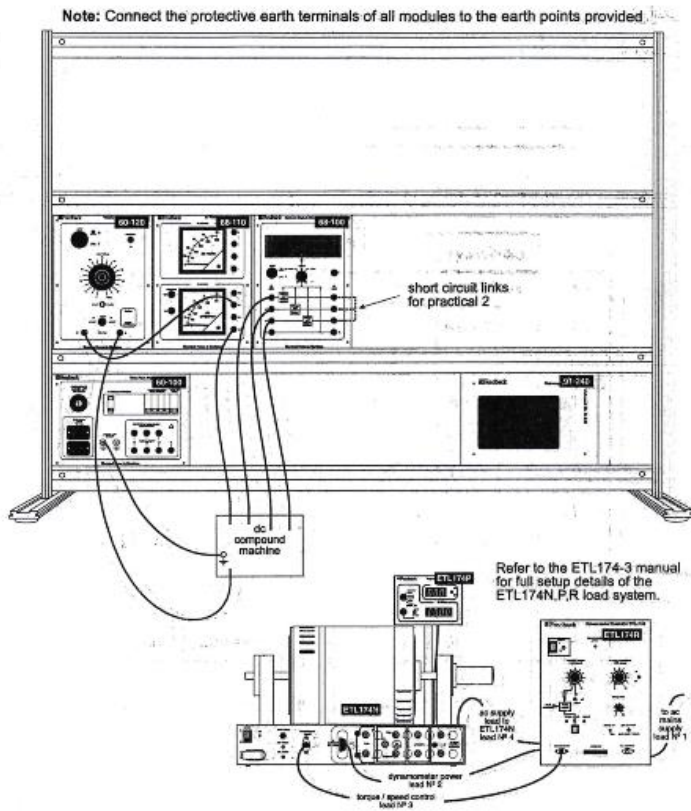
3.4. Tahapan Kegiatan Pengujian

Pada sub bab ini akan menjelaskan tahapan – tahapan dari pengujian untuk pengambilan data guna memenuhi 4 pengujian pada sub bab 3.3.2. Berikut tahapan kegiatan :

3.4.1. Pengujian Open Circuit

Tahap ini merupakan tahapan awal dari pengujian generator sinkron tiga fasa yang diawali dengan pengujian Sirkuit Terbuka (Open Circuit).

A. Tata Cara Pelaksanaan Pengujian Open Circuit Atau Sirkuit Terbuka



Gambar 3.2. Skema Frame Open Circuit

Dengan menggunakan peralatan seperti yang tercantum pada tabel 3.1. selanjutnya instrumen di rangkai seperti dalam gambar skema 3.2. kemudian diatur sesuai gambar 3.3. berikut :

| | |
|-----------------|---|
| | 'on' |
| ETL 174P | Posisi saklar 'speed input' diubah hingga menunjuk pada 'dynamometer'. Atur saklar 'display' pada normal. Atur saklar 'torque' hingga menunjuk pada 'Nm'. |
| ETL 174N | Knop kontrol 'zero torque' disesuaikan hingga menunjukan nilai pembacaan nol pada layar display ETL 174P. |

TAHAP PELAKSANAAN UJI COBA 1 'OPEN CIRCUIT CHARACTERISTICS OF SYNCHRONOUS GENERATOR'

1. Nyalakan tombol power pada var ac/dc supply 60-120, posisi saklar pada ac suplai perangkat ini akan menghasilkan suplai tegangan dc untuk membangkitkan arus eksitasi pada generator.
2. Sesuaikan "set speed control" pada dynamometer Controller hingga mencapai putaran 3000 putaran /menit pembacaan melalui Torque/Speed Display.
3. Dengan menggunakan Var ac/dc Supply, atur arus medan hingga 0,1A.
4. Catat tegangan open circuit antar line yang terbaca di unit 68-100. Tegangan antar line dapat dibaca pada hal pertama perangkat.
5. Naikkan arus medan 0,1A ke 0,7A secara bertahap. Catat nilai tegangan phase open circuit pada tabel 1
6. Matikan generator dengan mengatur "set speed" dial pada Dynamometer Controller ke nol (0). Biarkan

pada posisi reset. Matikan power Variabel ac/dc Supply.

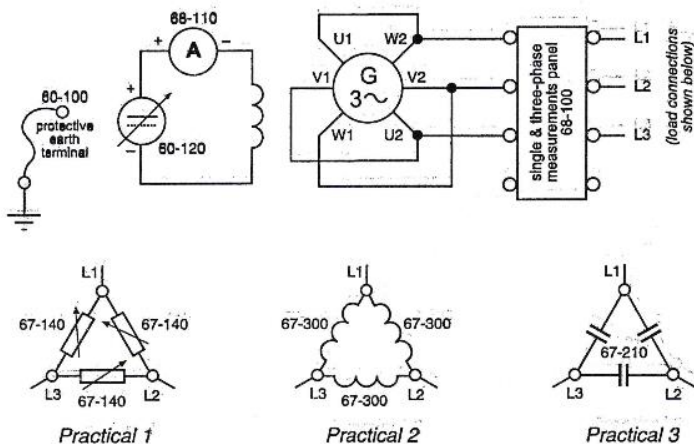
7. Gambarkan grafik hasil percobaan.

3.4.2. Pengujian Pengaturan Tegangan Generator Dengan Beban Resistif, Induktif dan Kapasitif

Tahap ini merupakan tahapan lanjutan awal dari pengujian generator sinkron tiga fasa berbeban antara lain :

1. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan resistif
2. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan induktif
3. Uji pengaturan tegangan dengan menggunakan pembebanan kapasitif

SIRKUIT TES



Gambar 3.5. Skema Sirkuit Uji Coba Generator Berbeban

PERSIAPAN AWAL

1. Rangkai unit pada frame sesuai seperti gambar 2
2. Pasangkan unit motor (64-510) ke unit pembebanan ETL 174N
3. Pastikan tutup poros (shaft cover) berada pada tempatnya.
4. Buatlah hubungan ke peralatan sesuai pada gambar 2 dan sirkuit tes pada gambar 3.

Setting Peralatan

| | |
|---------------|--|
| 60-100 | Pindahkann saklar earth leakage dan single phase circuit breakers ke posisi on. |
| 60-120 | Ubah posisi saklar 'output' ke posisi '0-220 Vdc' kemudian atur knob 'output voltage' ke posisi '0'. |

| | |
|-----------------------------|---|
| 67-001 ETL 174 R | <p>Saklar ‘constant torque/set speed’ diset pada posisi ‘reset’.</p> <p>Nyalakan saklar power ETL 174N dan R.</p> <p>Tekan tombol ‘mode’ hingga lampu LED ‘speed’ menyala.</p> <p>Saklar kontrol ‘set speed’ diset pada posisi ‘on’</p> |
| ETL 174P | <p>Posisi saklar ‘speed input’ diubah hingga menunjuk pada ‘dynamometer’.</p> <p>Atur saklar ‘display’ pada normal.</p> <p>Atur saklar ‘torque’ hingga menunjuk pada ‘Nm’.</p> |
| ETL 174N | <p>Knop kontrol ‘zero torque’ disesuaikan hingga menunjukan nilai pembacaan nol pada layar display ETL 174P.</p> |

TAHAP PELAKSANAAN UJI COBA 2 ‘VOLTAGE REGULATION WITH RESISTIF LOADING’

1. Sirkuit resistor pembebanan dihubungkan ke generator uji seperti pada gambar skema ...
2. Nyalakan catu daya Variable ac/dc 60-120.
3. Kemudian Switched Resistance Loads dinyalakan setelah dipastikan dahulu semua posisi sklar dalam keadaan mati (generator bekerja dalam posisi open circuit).
4. Knob ‘set speed control’ Dynamometer controller diatur agar menghasilkan pembacaan 2000 putaran/menit pada layar displai ‘Torque/Speed Display’.

5. Dengan menggunakan Variable ac/dc Supply arus medan diatur agar menghasilkan tegangan output 100 V pada pembacaan displai panel Single & Three Phase Measurements.
6. Setelah semua tahap diatas dilakukan uji beban resistif dilakukan dengan membebani generator menggunakan Switched Resistance Loads berturut-turut nilai 230, 470, 1000, 2200, 3900 ohm.
7. Nilai tegangan antar line, arus dan daya (terbaca pada halaman pertama layar displai single dan three phase measurements) dibaca dan dicatat pada tabel.
8. Matikan generator dengan mengatur knob “set speed” pada Dynamometer Controller ke nol (0). Biarkan pada posisi reset. Kemudian matikan power Dynamometer Controller.
9. Hasil percobaan digambarkan pada grafik.

C. Tata Cara Pelaksanaan Pengujian Pengaturan Tegangan Generator Dengan Beban Induktif

Persiapan awal dan sirkuit tes seperti yang tercantum pada gambar 3.4. dan gambar 3.5.

TAHAP PELAKSANAAN UJI COBA 3 ‘VOLTAGE REGULATION WITH INDUCTIVE LOADING’

1. Sirkuit beban induktif dihubungkan ke generator uji coseperti pada gambar skema.
2. Nyalakan catu daya Variable ac/dc 60-120.
3. Kemudian Inductive Loads dinyalakan setelah dipastikan dahulu semua posisi saklar dalam keadaan mati (generator bekerja dalam posisi open circuit).

4. Knob 'set speed control' Dynamometer controller diatur agar menghasilkan pembacaan 2000 putaran/menit pada layar displai 'Torque/Speed Display'.
5. Dengan menggunakan Variable ac/dc Supply arus medan diatur agar menghasilkan tegangan output 100 V pada pembacaan displai panel Single & Three Phase Measurements.
6. Beban induktif terdiri atas inti geser ditengah suatu kumparan, nilai induktansi akan semakin bertambah seiring dengan inti solid digeser keluar dari kumparan. Inti kumparan beban induktif dipasang pada posisi 10 kemudian saklar dihidupkan.
7. Nilai tegangan antar line, arus dan daya (terbaca pada halaman pertama layar displai single dan three phase measurements) dibaca dan dicatat pada tabel.
8. Pengujian dilanjutkan dengan mengurangi nilai induktansi secara bertahap kelipatan 2 sampai ke posisi strip 2 sambil melakukan langkah no. 7 diatas.
9. Matikan generator dengan mengatur knob "set speed" pada Dynamometer Controller ke nol (0). Biarkan pada posisi reset. Kemudian matikan power Dynamometer Controller.
10. Hasil percobaan digambarkan pada grafik.

D. Tata Cara Pelaksanaan Pengujian Pengaturan Tegangan Generator Dengan Beban Kapasitif

Persiapan awal dan sirkuit tes seperti yang tercantum pada gambar 3.4. dan gambar 3.5.

TAHAP PELAKSANAAN UJI COBA 4 ‘VOLTAGE REGULATION WITH CAPACITIVE LOADING’

1. Sirkuit beban kapasitif dihubungkan ke generator uji coseperti pada gambar skema.
2. Nyalakan catu daya Variable ac/dc 60-120.
3. Kemudian Capacitive Loads dinyalakan setelah dipastikan dahulu semua posisi saklar dalam keadaan mati (generator bekerja dalam posisi open circuit).
4. Knob ‘set speed control’ Dynamometer controller diatur agar menghasilkan pembacaan 2000 putaran/menit pada layar displai ‘Torque/Speed Display’.
5. Dengan menggunakan Variable ac/dc Supply arus medan diatur agar menghasilkan tegangan output 100 V pada pembacaan displai panel Single & Three Phase Measurements.
6. Generator tiga phase dihubungkan dengan beban kapasitif tiga phase sebagai berikut 2, 4, 6 (saklar 2 dan 4 dinyalakan) 8, 10 (saklar 2 dan 8 dinyalakan) 12 (saklar 4 dan 8 dinyalakan)
7. Nilai tegangan antar line, arus dan daya (terbaca pada halaman pertama layar displai single dan three phase measurements) dibaca dan dicatat pada tabel.
8. Matikan generator dengan mengatur knob “set speed” pada Dynamometer Controller ke nol (0). Biarkan pada posisi reset. Kemudian matikan power Dynamometer Controller.
9. Hasil percobaan digambarkan pada grafik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA

Pada bagian ini dicantumkan hasil pengujian generator sinkron tiga phase sebelum menggunakan ruang isolasi dan setelah menggunakan ruang isolasi berturut – turut dengan pembahasannya sesuai dengan langkah pengujian yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit

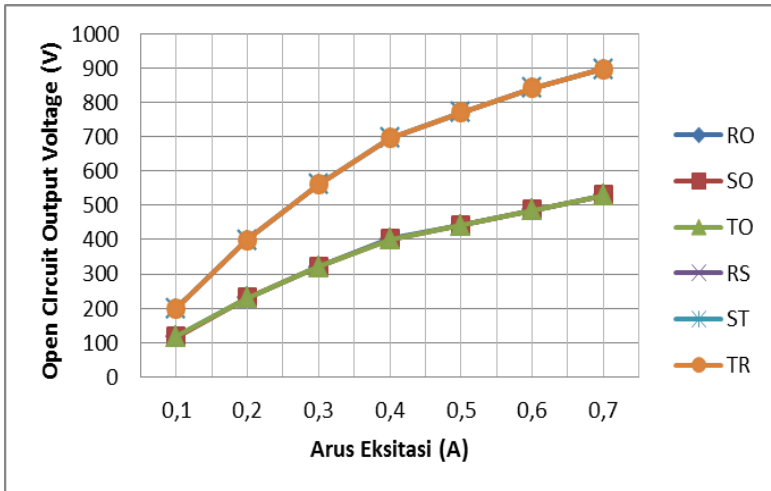
4.1.1. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Tanpa Ruang Isolasi

Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi open circuit atau sirkuit terbuka tanpa ruang isolasi :

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 117 | 116 | 117 | 200 | 200 | 200 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 50 | 230 | 229 | 230 | 398 | 398 | 398 | 50 | 3000 - 3006 | 0,19 |
| 0,3 | 75 | 321 | 320 | 321 | 560 | 560 | 560 | 50 | 3000 - 3006 | 0,21 |
| 0,4 | 105 | 402 | 400 | 401 | 695 | 695 | 695 | 50 | 3001 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 130 | 442 | 441 | 442 | 770 | 770 | 770 | 50 | 3002 - 3007 | 0,24 |
| 0,6 | 155 | 486 | 485 | 486 | 841 | 841 | 841 | 50 | 3004 - 3008 | 0,26 |
| 0,7 | 185 | 528 | 528 | 528 | 896 | 896 | 896 | 50 | 3004 - 3008 | 0,28 |

Berdasar tabel 4.1. maka didapat sebuah grafik sebagaimana gambar berikut :



Grafik 4.1. Karakteristik Tegangan Open Circuit Terhadap Arus Eksitasi

Pada dasarnya generator tanpa beban adalah keadaan dimana arus jangkar (I_a) tidak mengalir pada stator, sehingga fluks hanya dihasilkan oleh arus medan (I_f) karena tidak mendapat pengaruh dari reaksi jangkar. Dari grafik 4.1. terlihat tegangan output naik sebanding dengan penambahan arus eksitasi, penambahan arus eksitasi berarti semakin naiknya nilai fluks yang berimbas pada torsi yang di perlukan motor penggerak semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan persamaan $E_o = c.n.\Phi$, dimana $\Phi = B.I.L$ yang tegangan berbanding lurus dengan fluks magnet dan arus, sehingga semakin besar arus eksitasi yang diberikan, maka fluks semakin besar sehingga menyebabkan tegangan output juga semakin besar.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sebelum diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Karakteristik Open Circuit Tanpa Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 28 | U - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 8 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 8 MΩ | |
| | | W - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | W1- V2 | 8 MΩ | |

Berdasarkan tabel 4.2. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing memiliki nilai 500 MΩ dan tahanan kumparan masing – masing 8 MΩ. Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut dalam kondisi baik untuk digunakan.

4.1.2. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan temperatur 34°C, 41°C, 49°C, 57°C, dan 65°C. Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi open circuit atau sirkuit terbuka dengan ruang isolasi :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 115 | 113 | 114 | 195 | 195 | 195 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 50 | 227 | 226 | 227 | 395 | 382 | 382 | 50 | 3000 - 3006 | 0,19 |
| 0,3 | 75 | 318 | 317 | 318 | 541 | 539 | 541 | 50 | 3000 - 3006 | 0,21 |
| 0,4 | 105 | 396 | 395 | 395 | 673 | 666 | 666 | 50 | 3001 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 130 | 438 | 439 | 438 | 768 | 768 | 768 | 50 | 3002 - 3007 | 0,24 |
| 0,6 | 160 | 482 | 483 | 484 | 840 | 840 | 840 | 50 | 3004 - 3008 | 0,26 |
| 0,7 | 190 | 525 | 524 | 525 | 892 | 892 | 892 | 50 | 3004 - 3008 | 0,28 |

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 113 | 112 | 113 | 192 | 192 | 192 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 50 | 225 | 225 | 225 | 383 | 383 | 383 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| 0,3 | 78 | 315 | 314 | 314 | 536 | 534 | 534 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| 0,4 | 105 | 390 | 389 | 390 | 663 | 661 | 663 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 135 | 435 | 434 | 435 | 764 | 764 | 764 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| 0,6 | 165 | 478 | 479 | 479 | 838 | 838 | 838 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| 0,7 | 190 | 520 | 520 | 520 | 889 | 889 | 889 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 |

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 109 | 108 | 109 | 188 | 188 | 188 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 50 | 221 | 220 | 221 | 376 | 374 | 376 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| 0,3 | 80 | 311 | 310 | 311 | 529 | 527 | 529 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| 0,4 | 110 | 383 | 383 | 383 | 654 | 654 | 654 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 135 | 429 | 430 | 429 | 760 | 760 | 760 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| 0,6 | 165 | 472 | 471 | 472 | 834 | 834 | 834 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| 0,7 | 190 | 512 | 511 | 512 | 885 | 885 | 885 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 |

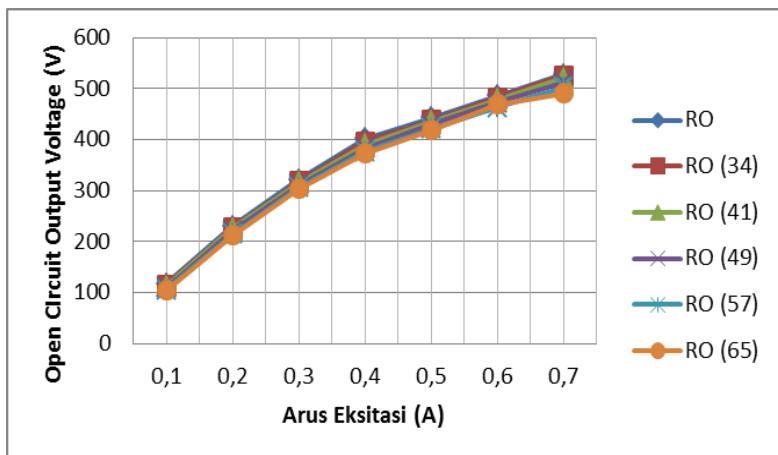
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 106 | 105 | 106 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 55 | 217 | 215 | 216 | 370 | 370 | 370 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| 0,3 | 80 | 307 | 306 | 305 | 524 | 524 | 524 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| 0,4 | 110 | 376 | 376 | 376 | 642 | 642 | 642 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 140 | 422 | 421 | 422 | 754 | 754 | 754 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| 0,6 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| 0,7 | 195 | 504 | 503 | 504 | 882 | 882 | 882 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 |

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C

| Arus Eksitasi | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 25 | 104 | 104 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| 0,2 | 55 | 213 | 211 | 212 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| 0,3 | 80 | 303 | 302 | 303 | 520 | 520 | 520 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| 0,4 | 110 | 373 | 373 | 373 | 638 | 638 | 638 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| 0,5 | 140 | 418 | 419 | 418 | 750 | 750 | 750 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| 0,6 | 170 | 459 | 460 | 469 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| 0,7 | 200 | 490 | 489 | 490 | 879 | 879 | 879 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |

Berdasar data pada tabel 4.3. – 4.7. maka didapat sebuah grafik sebagaimana gambar berikut :



Grafik 4.2. Karakteristik Tegangan Output Terhadap Arus Eksitasi Dengan Ruang Isolasi

Dari grafik 4.2. terlihat tegangan output naik sebanding dengan penambahan arus eksitasi, penambahan arus eksitasi berarti semakin naiknya nilai fluks yang berimbas pada torsi yang di perlukan motor penggerak semakin tinggi. Hal ini sesuai

dengan persamaan $E_o = c.n.\Phi$, dimana $\Phi = B.I.L$ yang tegangan berbanding lurus dengan fluks magnet dan arus, sehingga semakin besar arus eksitasi yang diberikan, maka fluks semakin besar sehingga menyebabkan tegangan output juga semakin besar. Namun jika kita melihat dari data dan grafik diatas terjadi penurunan nilai tegangan pada tiap kenaikan temperatur. Hal ini membuktikan bahwa kenaikan temperatur ruangan berpengaruh terhadap peforma dari kinerja generator.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Karakteristik Open Circuit Dengan Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 34 | U - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 8 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 8 M Ω | |
| | | W - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 8 M Ω | |
| 2 | 41 | U - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 7 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 7 M Ω | |
| | | W - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 7 M Ω | |
| 3 | 49 | U - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 6 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 6 M Ω | |
| | | W - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 6 M Ω | |
| 4 | 57 | U - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 5 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 5 M Ω | |
| | | W - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 5 M Ω | |
| 5 | 65 | U - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 4 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 4 M Ω | |
| | | W - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 4 M Ω | |

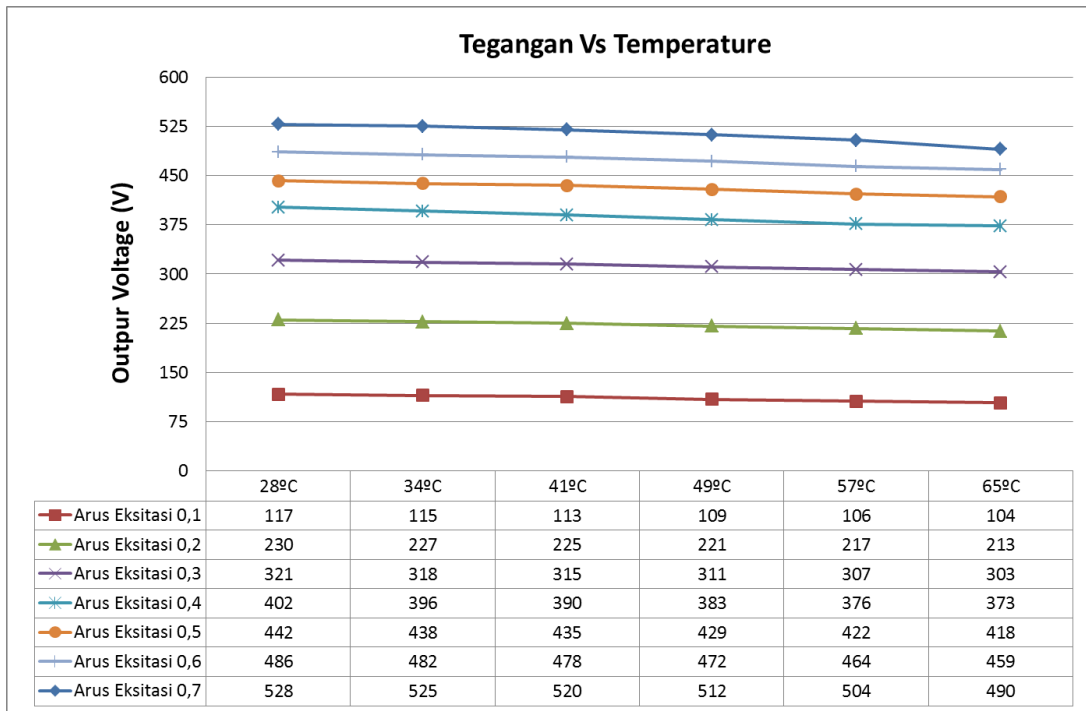
Berdasarkan tabel 4.8. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing

mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 30 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 1 M Ω . Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut baik untuk digunakan walaupun untuk tahanan isolasi dan tahanan kumparan mengalami penurunan.

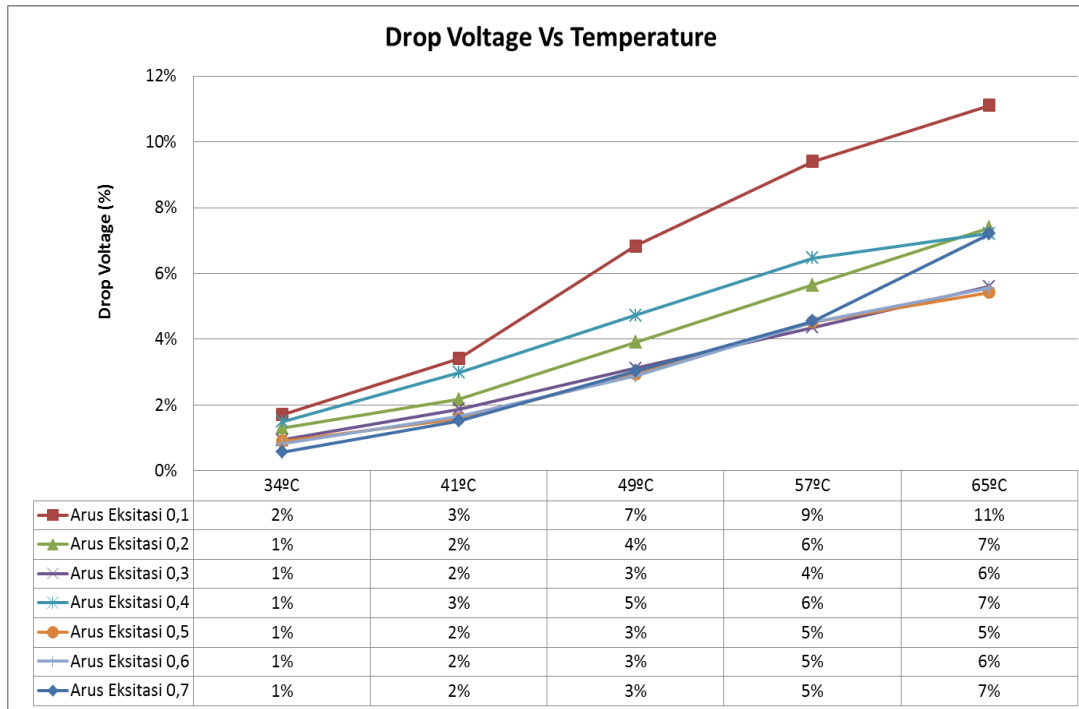
4.1.3. Perbandingan

Perbandingan dari hasil pengujian karakteristik open circuit atau sirkuit terbuka tanpa menggunakan ruang isolasi dan saat menggunakan ruang isolasi dapat dilihat pada grafik 4.3. berdasarkan tabel dilampiran 1.

Berdasarkan grafik 4.3. dibawah ini terlihat bahwa ketika arus eksitasinya konstan dan terjadi kenaikan temperatur ruangan berpengaruh terhadap tegangan ouput dari generator. Hal ini dikarenakan dalam keadaan tanpa beban arus jangkar (I_a) tidak mengalir pada stator, karenanya tidak terdapat pengaruh reaksi jangkar. Fluks hanya dihasilkan oleh arus medan (I_f) sedangkan akibat kenaikan suhu ruangan mengakibatkan turunnya arus medan magnet karena kumparan yang menerima panas berlebih yang mengakibatkan menurunnya tahanan isolasi. Tegangan mengalami penurunan rata – rata sebesar 3-4 volt dalam tiap kenaikan temperatur tetapi penurunan yang cukup signifikan dapat dilihat ketika perpindahan dari temperatur 41°C ke temperatur 49°C.



Grafik 4.3. Hasil Perbandingan Tegangan Output Sebelum dan Sesudah Menggunakan Ruang Isolasi Pada Open Circuit



Grafik 4.4. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Sebelum dan Sesudah Menggunakan Ruang Isolasi Pada Open Circuit

Berdasarkan grafik 4.4. diatas terlihat bahwa rata – rata terjadi tegangan jatuh diatas 5% (standart I.E.E.E) pada saat temperatur 49°C , 57°C , dan 65°C . Hasil tersebut masih memenuhi untuk keadaan dikapal pada saat generator dala kondisi tanpa beban.

4.2. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif

4.2.1. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Tanpa Ruang Isolasi

Dalam pengujian beban resistif alat yang digunakan adalah *Switch Resistance Load* 67-140. Pada gambar 4.1. dapat kita lihat bahwa ada 3 buah *Switch Resistance Load* 67-140 yang masing – masing terdiri dari 5 variasi beban atau tahanan antara lain $230\ \Omega$, $470\ \Omega$, $1000\ \Omega$, $2200\ \Omega$, dan $3900\ \Omega$.



Gambar 4.1. *Switch Resistance Load* 67-140 Pada Kondisi Normal

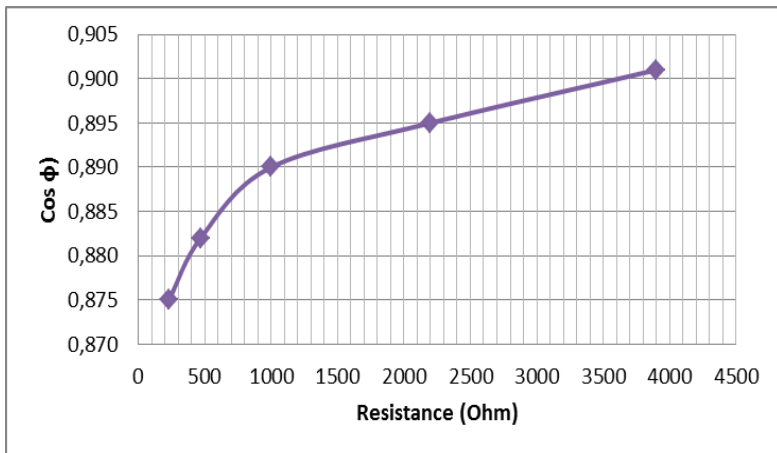
Pada saat dilakukan pengujian beban resistif 230 Ω , semua tombol 230 Ω pada *Switch Resistance Load* 67-140 harus diposisikan dalam keadaan naik (on) begitu juga saat menambahkan beban resistif yang lain.

Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi beban resistif tanpa ruang isolasi :

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resisitif

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 28,05 | 0,126 | 0,126 | 0,126 | 4,99 | 0,875 |
| 470 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 50,15 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 8,28 | 0,882 |
| 1000 | 58,6 | 58,6 | 58,6 | 99,62 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 14,63 | 0,891 |
| 2200 | 99,2 | 99,2 | 99,2 | 168,64 | 0,077 | 0,077 | 0,077 | 18,33 | 0,895 |
| 3900 | 130,0 | 130,0 | 130,0 | 221,00 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 19,34 | 0,901 |

Berdasar tabel 4.9. maka didapat sebuah grafik sebagaimana gambar berikut :



Grafik 4.5. Karakteristik Cos ϕ Dengan Beban Resistif

Dari grafik 4.5. dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar angka resistansi atau hambatan maka akan makin besar pula nilai $\cos \phi$ hingga mendekati nilai 1. Semakin besar angka hambatan berarti makin kecil atau ringan generator diberi beban inilah mengapa fluks kumparan jangkar hampir sefasa dengan fluks kumparan medan. Terbukti dari grafik di atas makin besar angka hambatan berarti semakin kecil pula arus yang mengalir pada beban dan makin besar pula tegangan outputnya.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sebelum diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Resistif Tanpa Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 28 | U - Body | 500 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 8 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 500 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 8 M Ω | |
| | | W - Body | 500 M Ω | 100 M Ω | W1 - V2 | 8 M Ω | |

Berdasarkan tabel 4.10. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing memiliki nilai 500 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing 8 M Ω . Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut dalam kondisi baik untuk digunakan.

4.2.2. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan temperatur 34°C, 41°C, 49°C, 57°C, dan 65°C. Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi beban resistif dengan ruang isolasi :

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 15,8 | 15,8 | 15,8 | 26,86 | 0,121 | 0,121 | 0,121 | 4,59 | 0,875 |
| 470 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 48,11 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 7,67 | 0,882 |
| 1000 | 56,2 | 56,2 | 56,2 | 95,54 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 13,22 | 0,891 |
| 2200 | 95,4 | 95,4 | 95,4 | 162,18 | 0,073 | 0,073 | 0,073 | 16,71 | 0,895 |
| 3900 | 123,0 | 123,0 | 123,0 | 209,10 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 17,71 | 0,901 |

Tabel 4.12. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 15,3 | 15,3 | 15,3 | 26,01 | 0,118 | 0,118 | 0,118 | 4,33 | 0,875 |
| 470 | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 46,92 | 0,109 | 0,109 | 0,109 | 7,22 | 0,882 |
| 1000 | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 93,16 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 12,89 | 0,891 |
| 2200 | 93,6 | 93,6 | 93,6 | 159,12 | 0,069 | 0,069 | 0,069 | 15,50 | 0,895 |
| 3900 | 119,0 | 119,0 | 119,0 | 202,30 | 0,057 | 0,057 | 0,057 | 16,28 | 0,901 |

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 14,9 | 14,9 | 14,9 | 25,33 | 0,114 | 0,114 | 0,114 | 4,08 | 0,875 |
| 470 | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 45,56 | 0,107 | 0,107 | 0,107 | 6,88 | 0,882 |
| 1000 | 51,4 | 51,4 | 51,4 | 87,38 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 11,84 | 0,891 |
| 2200 | 91,5 | 91,5 | 91,5 | 155,55 | 0,065 | 0,065 | 0,065 | 14,27 | 0,895 |
| 3900 | 116,0 | 116,0 | 116,0 | 197,20 | 0,054 | 0,054 | 0,054 | 15,03 | 0,901 |

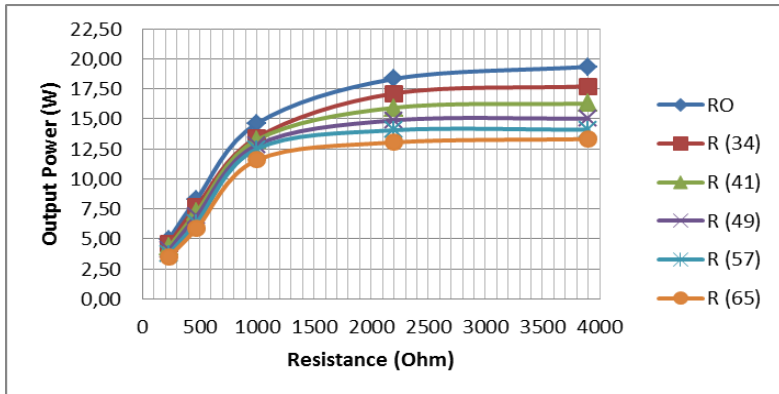
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 24,14 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 3,78 | 0,875 |
| 470 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 42,84 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 6,35 | 0,882 |
| 1000 | 54,3 | 54,3 | 54,3 | 92,31 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 12,51 | 0,891 |
| 2200 | 88,1 | 88,1 | 88,1 | 149,77 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,11 | 0,895 |
| 3900 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 |

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C

| Resistance (Ohm) | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 |
| 470 | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 |
| 1000 | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 |
| 2200 | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 |
| 3900 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |

Berdasar data pada tabel 4.11. – 4.15. maka didapat sebuah grafik sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.6. dibawah ini dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan arus akibat penambahan nilai tahanan. Namun hal sebaliknya terjadi saat dilakukan penambahan nilai tahanan pada generator nilai daya keluaran dan tegangan output dari generator mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan persamaan dari beban resistif $P = V.I$ dimana saat arus megalami penurunan terjadi peningkatan tegangan serta daya keluaran dari generator. Terlihat bahwa saat terjadi kenaikan temperatur baik dari dalam generator dan ruangan mengakibatkan turunnya tegangan sehingga berpengaruh pada daya yang dikeluarkan generator mengalami penurunan.



Grafik 4.6. Karakteristik Daya Keluaran Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.16.

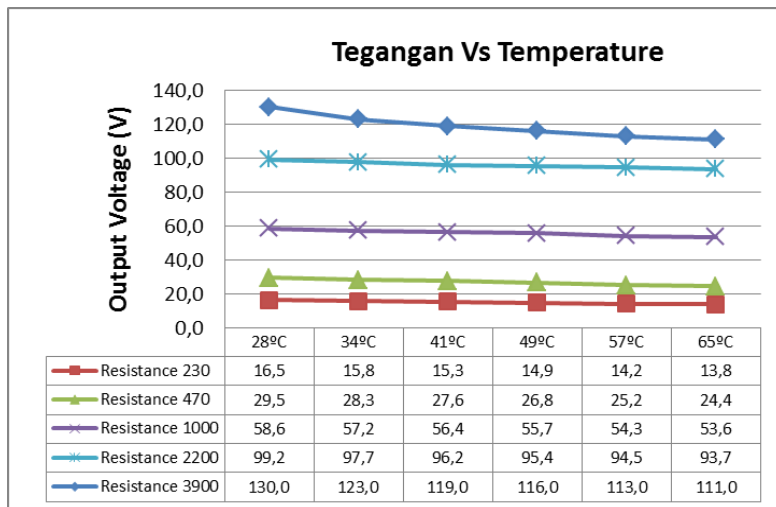
Tabel 4.16. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Resistif Dengan Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 34 | U - Body | 480 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 8 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 480 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 8 MΩ | |
| | | W - Body | 480 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 8 MΩ | |
| 2 | 41 | U - Body | 460 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 7 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 460 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 7 MΩ | |
| | | W - Body | 460 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 7 MΩ | |
| 3 | 49 | U - Body | 430 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 6 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 430 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 6 MΩ | |
| | | W - Body | 430 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 6 MΩ | |
| 4 | 57 | U - Body | 400 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 5 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 400 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 5 MΩ | |
| | | W - Body | 400 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 5 MΩ | |
| 5 | 65 | U - Body | 350 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 4 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 350 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 4 MΩ | |
| | | W - Body | 350 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 4 MΩ | |

Berdasarkan tabel 4.16. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 30 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 1 M Ω . Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut baik untuk digunakan walaupun untuk tahanan isolasi dan tahanan kumparan mengalami penurunan.

4.2.3. Perbandingan

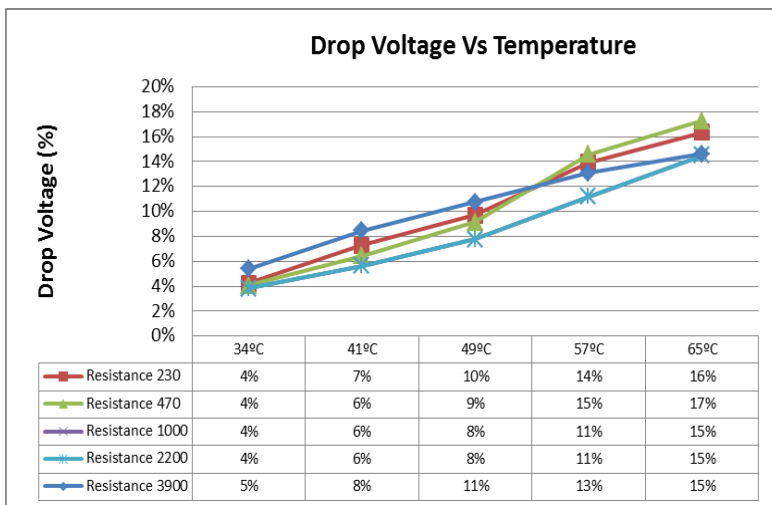
Perbandingan dari hasil pengujian pengaturan tegangan beban resistif tanpa menggunakan ruang isolasi dan saat menggunakan ruang isolasi dapat dilihat pada grafik 4.7. berdasarkan tabel pada lampiran 2 (terlampir).



Grafik 4.7. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap Temperatur Saat Beban Resistif

Berdasarkan grafik 4.7. terlihat bahwa saat tahanan pada keadaan yang konstan, dan peningkatan temperatur dari generator mengakibatkan nilai tegangan output mengalami penurunan sehingga berpengaruh dengan daya yang di keluarkan oleh generator. Hal ini terjadi karena beban resistif akan mengakibatkan penurunan tegangan akibat dari efek beban. Hal ini membuktikan bahwa suhu ruangan juga bisa menambah beban dari kinerja dari generator.

Sedangkan untuk hasil perbandingan tegangan jatuh sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.8. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 2 (terlampir).

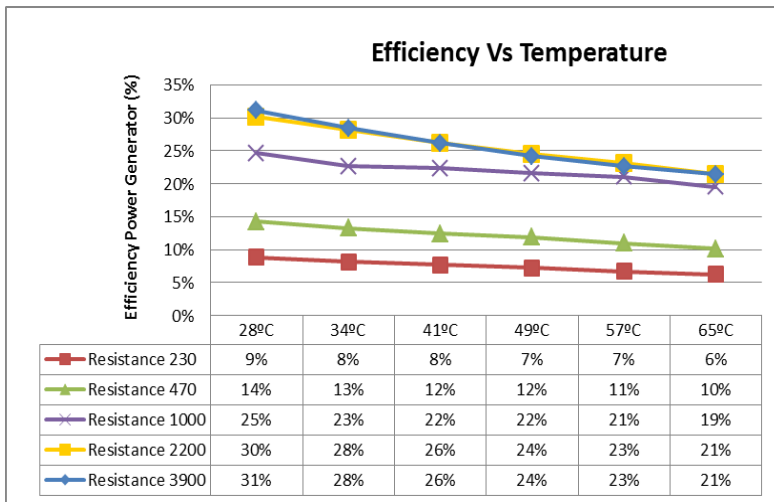


Grafik 4.8. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur Saat Beban Resistif

Berdasarkan grafik 4.8. diatas terlihat bahwa terjadi tegangan jatuh diatas 5% (standart I.E.E.E) pada saat temperatur

41°C hal ini sangat berpengaruh kepada kinerja generator karena sudah melanggar aturan yang telah dibuat I.E.E.E.

Sedangkan untuk hasil perbandingan efisiensi daya sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.9. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 2 (terlampir).



Grafik 4.9. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif

Berdasarkan grafik 4.9. hasil perbandingan efisiensi daya dapat dilihat pada saat generator diberi beban resistif serta kenaikan temperatur maka berpengaruh terhadap turunnya nilai efisiensi dari generator. Pada beban resistif disetiap nilai tahanan cenderung mengalami penurunan efisiensi daya rata – rata sebesar 2% pada setiap kenaikan temperatur. Hal ini terjadi akibat adanya pengaruh peningkatan suhu ruang pada generator dimana temperatur tinggi telah mempengaruhi kinerja dari permanen magnet pada generator sehingga efisiensi menurun.

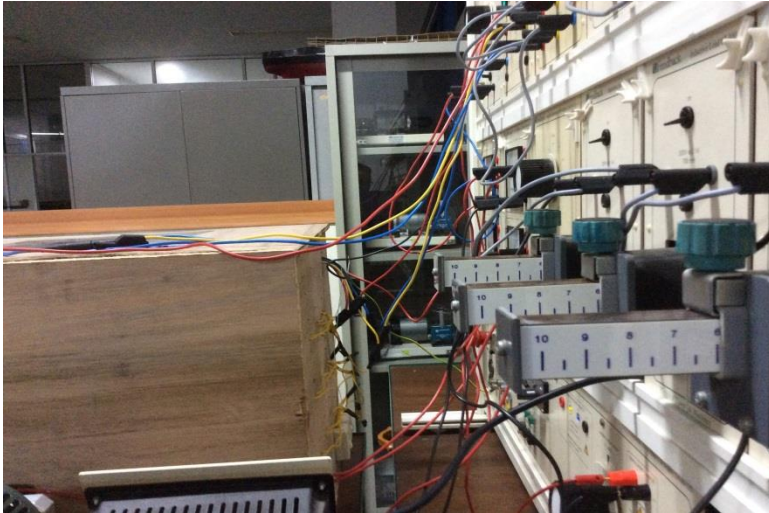
4.3. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif

4.3.1. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Tanpa Ruang Isolasi

Dalam pengujian beban induktif alat yang digunakan adalah *Inductive Load* 67-300. Pada gambar 4.2. dapat kita lihat bahwa ada 3 buah *Inductive Load* 67-300 yang masing – masing terdiri dari 5 variasi beban atau posisi antara lain strip 10, strip 8, strip 6, strip 4, dan strip 2.



Gambar 4.2. *Inductive Load* 67-300 Pada Kondisi Normal



Gambar 4.3. *Inductive Load 67-300* Pada Kondisi Beban Strip 6

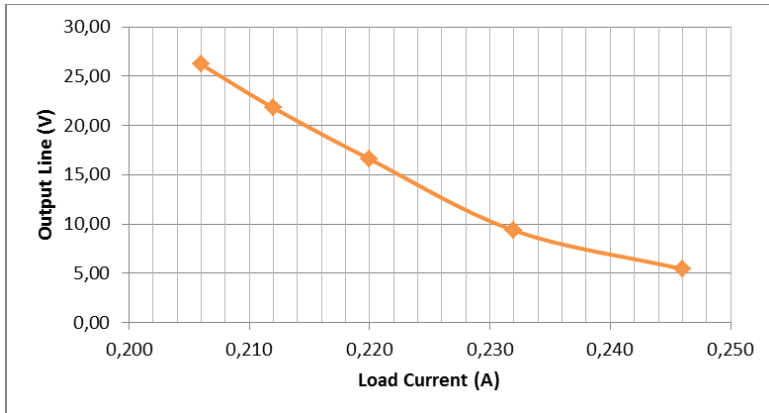
Pada saat dilakukan pengujian beban induktif strip 6, semua inti besi pada masing – masing *Inductive Load 67-300* harus diposisikan dalam keadaan seperti gambar 4.3. setelah siap kemudian dihidupkan dalam keadaan (on) begitu juga saat menambahkan beban induktif yang lain.

Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi beban induktif tanpa ruang isolasi :

Tabel 4.17. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|------------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | L1 | L2 | L3 | 3 Phase | L1 | L2 | L3 | | |
| 10 | 26,20 | 26,20 | 26,20 | 44,54 | 0,206 | 0,206 | 0,206 | 12,95 | 0,897 |
| 8 | 21,80 | 21,80 | 21,80 | 37,06 | 0,212 | 0,212 | 0,212 | 11,09 | 0,895 |
| 6 | 16,60 | 16,60 | 16,60 | 28,22 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 8,76 | 0,891 |
| 4 | 9,35 | 9,35 | 9,35 | 15,90 | 0,232 | 0,232 | 0,232 | 5,21 | 0,882 |
| 2 | 5,45 | 5,45 | 5,45 | 9,27 | 0,246 | 0,246 | 0,246 | 3,22 | 0,875 |

Berdasar tabel 4.17. maka didapat sebuah grafik sebagaimana gambar berikut :



Grafik 4.10. Karakteristik Tegangan Output Terhadap Arus Pada Beban Induktif

Berdasarkan grafik 4.10. dapat dilihat makin besar nilai induktansi maka makin kecil pula $\cos \phi$, induktansi ini menyebabkan efek pendemagnetan sehingga dengan memperbesar nilai induktansi maka seolah – olah kita mengurangi arus eksitasi yang masuk ke kumparan medan. Hal ini sesuai dengan persamaan dari beban induktif $P = V.I.\cos \phi$.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sebelum diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Induktif Tanpa Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 28 | U - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | U1 - W2 | 8 MΩ | Baik |
| | | V - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | V1 - U2 | 8 MΩ | |
| | | W - Body | 500 MΩ | 100 MΩ | W1 - V2 | 8 MΩ | |

Berdasarkan tabel 4.18. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing memiliki nilai 500 MΩ dan tahanan kumparan masing – masing 8 MΩ. Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut dalam kondisi baik untuk digunakan.

4.3.2. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan temperatur 34°C, 41°C, 49°C, 57°C, dan 65°C. Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi beban induktif dengan ruang isolasi :

Tabel 4.19. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 34°C

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|-------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 24,70 | 24,70 | 24,70 | 41,99 | 0,204 | 0,204 | 0,204 | 12,09 | 0,897 |
| 8 | 20,40 | 20,40 | 20,40 | 34,68 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 10,23 | 0,895 |
| 6 | 15,20 | 15,20 | 15,20 | 25,84 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 7,95 | 0,891 |
| 4 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 14,96 | 0,230 | 0,230 | 0,230 | 4,86 | 0,882 |
| 2 | 5,15 | 5,15 | 5,15 | 8,76 | 0,242 | 0,242 | 0,242 | 2,99 | 0,875 |

Tabel 4.20. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41 °C

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 23,50 | 23,50 | 23,50 | 39,95 | 0,202 | 0,202 | 0,202 | 11,39 | 0,897 |
| 8 | 19,30 | 19,30 | 19,30 | 32,81 | 0,206 | 0,206 | 0,206 | 9,54 | 0,895 |
| 6 | 14,80 | 14,80 | 14,80 | 25,16 | 0,215 | 0,215 | 0,215 | 7,64 | 0,891 |
| 4 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 14,11 | 0,228 | 0,228 | 0,228 | 4,54 | 0,882 |
| 2 | 4,85 | 4,85 | 4,85 | 8,25 | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 2,79 | 0,875 |

Tabel 4.21. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49 °C

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 22,30 | 22,30 | 22,30 | 37,91 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 10,70 | 0,897 |
| 8 | 18,20 | 18,20 | 18,20 | 30,94 | 0,203 | 0,203 | 0,203 | 8,87 | 0,895 |
| 6 | 13,80 | 13,80 | 13,80 | 23,46 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 7,05 | 0,891 |
| 4 | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 13,26 | 0,226 | 0,226 | 0,226 | 4,23 | 0,882 |
| 2 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 7,40 | 0,238 | 0,238 | 0,238 | 2,48 | 0,875 |

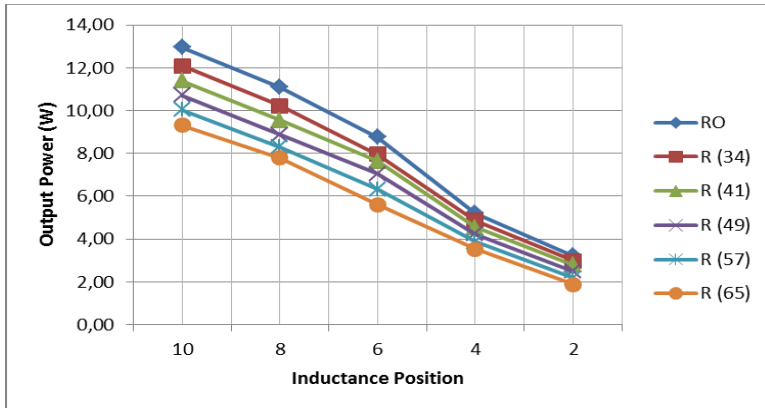
Tabel 4.22. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57 °C

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 21,10 | 21,10 | 21,10 | 35,87 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 10,03 | 0,897 |
| 8 | 17,30 | 17,30 | 17,30 | 29,41 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,30 | 0,895 |
| 6 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 21,25 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,33 | 0,891 |
| 4 | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 12,24 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 3,87 | 0,882 |
| 2 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 |

Tabel 4.23. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65 °C

| Inductance Position | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 |
| 8 | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 |
| 6 | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 |
| 4 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 |
| 2 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 |

Berdasar data pada tabel 4.19. – 4.23. maka didapat sebuah grafik sebagaimana ditunjukkan gambar dibawah ini.



Grafik 4.11. Karakteristik Daya Keluaran Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi

Berdasarkan grafik 4.11. diatas dapat kita lihat bahwa saat generator diberi beban induktif nilai dari tegangan serta daya keluaran mengalami penurunan serta peningkatan arus bahwa beban induktif merupakan beban yang mengandung kawat kumparan yang dililitkan pada sebuah inti besi, karena $\text{temperature winding} = \text{temperature ruang} + \text{kenaikan temperatur generator}$ sehingga suhu ruangan akan mempengaruhi dari suhu pada kumparan sehingga nilai tahanan isolasi akan mengalami penurunan akibat panas berlebih.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Induktif Dengan Ruang Isolasi

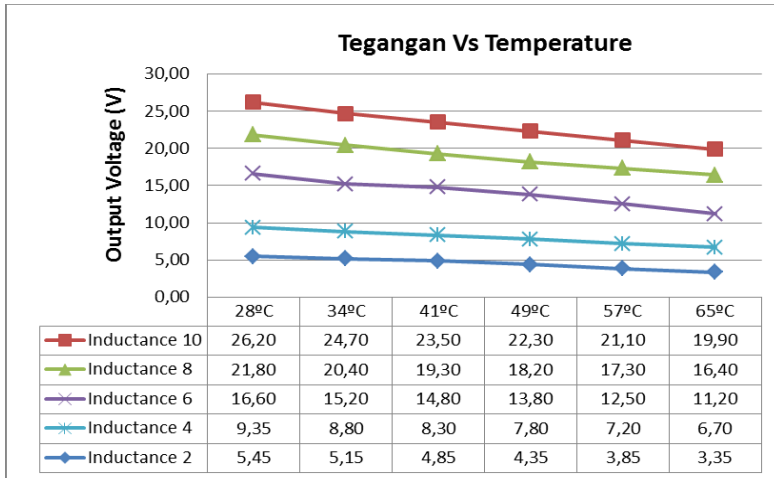
| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 34 | U - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 8 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 8 M Ω | |
| | | W - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 8 M Ω | |
| 2 | 41 | U - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 7 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 7 M Ω | |
| | | W - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 7 M Ω | |
| 3 | 49 | U - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 6 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 6 M Ω | |
| | | W - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 6 M Ω | |
| 4 | 57 | U - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 5 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 5 M Ω | |
| | | W - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 5 M Ω | |
| 5 | 65 | U - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 4 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 4 M Ω | |
| | | W - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 4 M Ω | |

Berdasarkan tabel 4.24. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 30 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 1 M Ω . Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut baik untuk digunakan walaupun untuk tahanan isolasi dan tahanan kumparan mengalami penurunan.

4.3.3. Perbandingan

Perbandingan dari hasil pengujian pengaturan tegangan beban induktif tanpa menggunakan ruang isolasi dan saat menggunakan ruang isolasi dapat dilihat pada grafik 4.12.

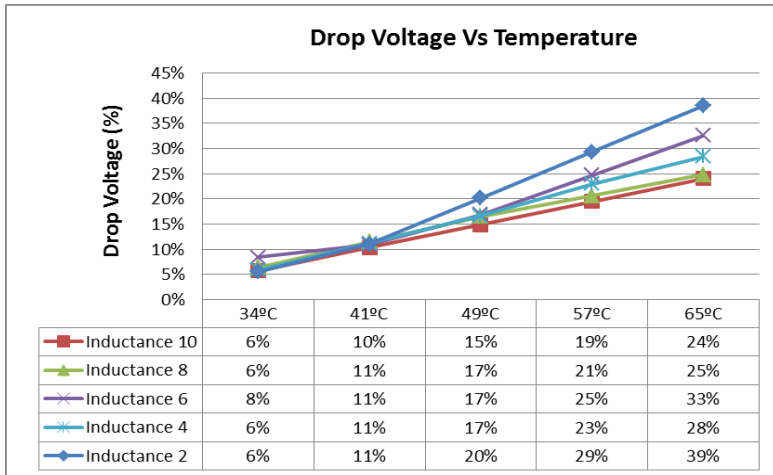
dibawah ini dan juga berdasarkan tabel pada lampiran 3 (terlampir).



Grafik 4.12. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif

Berdasarkan grafik 4.12. terlihat bahwa semakin kecil beban induktif yang diberikan dengan temperatur yang sama terjadi perbedaan tegangan. Tegangan mengalami penurunan sehingga terjadi peningkatan arus dari generator. Dengan beban yang mengalami penurunan namun terjadi perubahan tegangan dapat dilihat bahwa pengaruh peningkatan temperatur ruangan sangat berpengaruh pada kinerja dari generator.

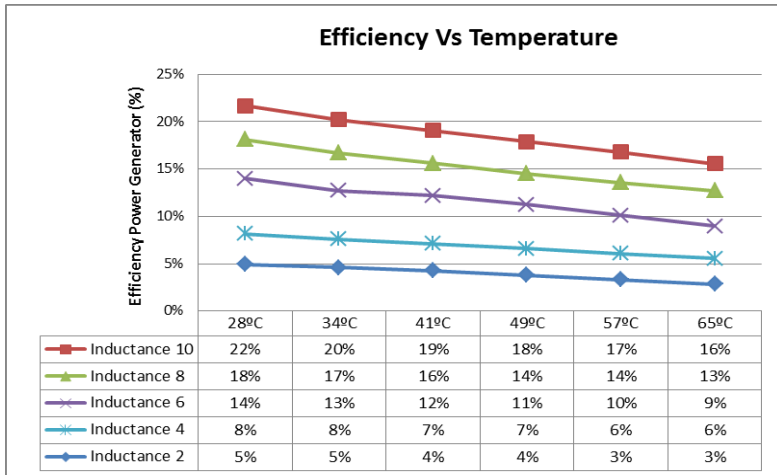
Sedangkan untuk hasil perbandingan tegangan jatuh sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.13. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 3 (terlampir).



Grafik 4.13. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur Saat Beban Induktif

Berdasarkan grafik 4.13. diatas terlihat bahwa terjadi tegangan jatuh diatas 5% (standart I.E.E.E) pada saat temperatur 34°C hal ini sangat berpengaruh kepada kinerja generator karena sudah melanggar aturan yang telah dibuat I.E.E.E.

Sedangkan untuk hasil perbandingan efisiensi daya sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.14. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 3 (terlampir).



Grafik 4.14. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif

Berdasarkan grafik 4.14. diatas dapat kita lihat bahwa saat generator diberi beban induktif nilai dari tegangan serta daya keluaran mengalami penurunan serta peningkatan arus. Yang kita tahu bahwa beban induktif merupakan beban yang mengandung kawat kumparan yang dililitkan pada sebuah inti besi. Pada beban induktif disetiap posisi induktansi cenderung mengalami penurunan efisiensi daya rata – rata sebesar 2% pada setiap kenaikan temperatur. Hal ini terjadi karena temperature winding = temperature ruang + kenaikan suhu sehingga suhu ruangan akan mempengaruhi dari suhu pada kumparan sehingga nilai tahanan isolasi akan mengalami penurunan akibat panas berlebih sehingga mempengaruhi nilai efisiensi dari generator sehingga dapat dilihat digrafik diatas bahwa generator mengalami penurunan efisiensi.

4.4. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif

4.4.1. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Tanpa Ruang Isolasi

Dalam pengujian beban kapasitif alat yang digunakan adalah *Three Phase Capacitive Load* 67-210. Pada gambar 4.4. dapat kita lihat bahwa ada 1 buah *Three Phase Capacitive Load* 67-210 dapat kita lihat bahwa dibagi menjadi 3 bagian yang masing – masing bagian terdiri dari beberapa variasi beban kapasitif antara lain $2\ \mu F$, $4\ \mu F$, dan $8\ \mu F$.



Gambar 4.4. *Three Phase Capacitive Load* 67-210 Pada Kondisi Normal

Pada saat dilakukan pengujian beban kapasitif $2\ \mu F$ semua tombol $2\ \mu F$ pada *Three Phase Capacitive Load* 67-210 harus diposisikan dalam keadaan naik (on) begitu juga saat

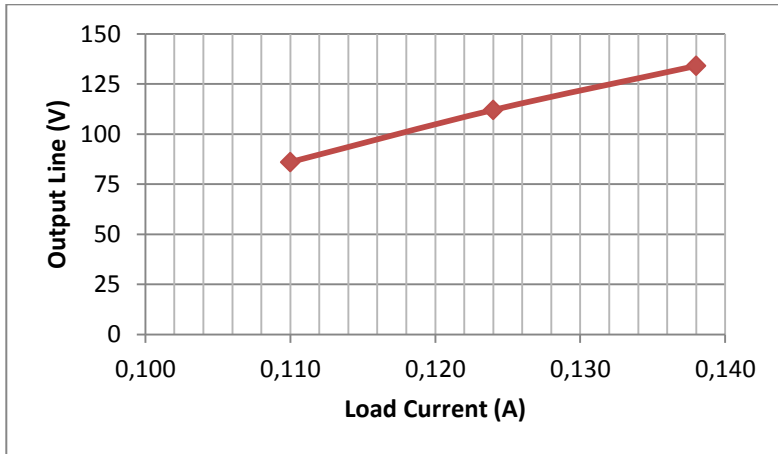
menambahkan beban kapasitif $4 \mu F$, dan $8 \mu F$. Tetapi lain halnya ketika kita ingin menambahkan beban kapasitif $6 \mu F$, $10 \mu F$, dan $12 \mu F$ yaitu dengan cara mengkombinasikan 2 diantara 3 beban yang ada pada *Three Phase Capacitive Load* 67-210.

Berikut tabel hasil pengujian generator sinkron tiga phase pada kondisi beban kapasitif tanpa ruang isolasi :

Tabel 4.25. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif

| Capacitance | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-------------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 86 | 85 | 86 | 146,2 | 0,110 | 0,110 | 0,110 | 22,70 | 0,875 |
| 4 | 112 | 111 | 112 | 190,4 | 0,124 | 0,124 | 0,124 | 33,33 | 0,885 |
| 6 | 134 | 133 | 134 | 227,8 | 0,138 | 0,138 | 0,138 | 44,38 | 0,895 |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Berdasar tabel 4.25. maka didapat sebuah grafik sebagaimana gambar berikut :



Grafik 4.15. Karakteristik Tegangan Terhadap Arus Pada Beban Kapasitif

Berdasarkan grafik 4.12. diperoleh bahwa kapasitor bekerja menyimpan arus listrik kemudian akan melepaskannya saat dibutuhkan. Saat generator dihubungkan dengan kapasitor arus listrik yang dihasilkan akan tersimpan dikapasitor yang kemudian akan dilepaskan kembali ke sistem jala – jala. Terlihat jelas saat generator dibebani kapasitor $8\mu F$, pemagnetan yang terjadi sangat kuat hingga pembacaan pada arus eksitasi sangat kacau karena terpengaruh oleh arus jangkar, pada saat itu terjadi beban kapasitif murni.

Sedangkan untuk hasil pengukuran tahanan isolasi dan tahanan kumparan sebelum diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.28. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 41°C

[illegible]

Tabel 4.29. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 49°C

[illegible]

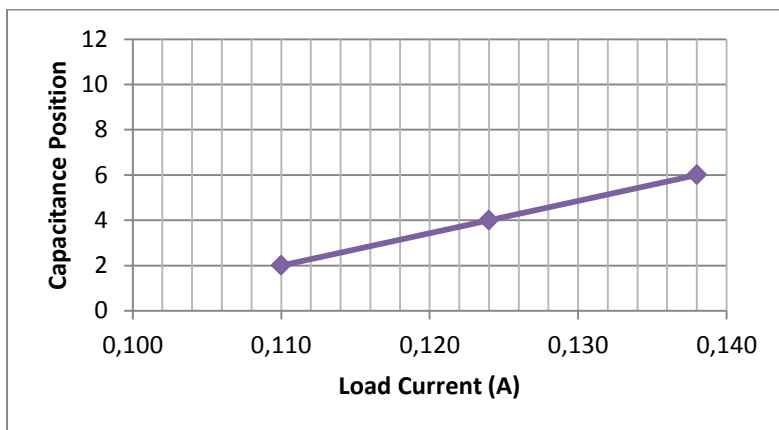
Tabel 4.30. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 57°C

[illegible]

Tabel 4.31. Hasil Pengujian Pengaturan Tegangan Dengan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi Pada Temperatur 65°C

| Capacitance | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-------------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |
| 4 | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 |
| 6 | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Berdasar data pada tabel 4.27. – 4.31. maka didapat sebuah grafik sebagaimana ditunjukkan gambar dibawah ini.



Grafik 4.16. Karakteristik Beban Kapasitif Terhadap Arus Dengan Ruang Isolasi

Berdasarkan grafik 4.16. diatas terlihat bahwa kapasitor bekerja menyimpan arus listrik kemudian akan melepaskannya saat dibutuhkan. Saat generator dihubungkan dengan kapasitor arus listrik yang dihasilkan akan tersimpan dikapasitor yang kemudian akan dilepaskan kembali ke sistem jala – jala. Terlihat

jelas saat generator dibebani kapasitor 8 mF, pemagnetan yang terjadi sangat kuat hingga pembacaan pada arus eksitasi sangat kacau karena terpengaruh oleh arus jangkar, pada saat itu terjadi beban kapasitif murni serta mengalami penurunan.

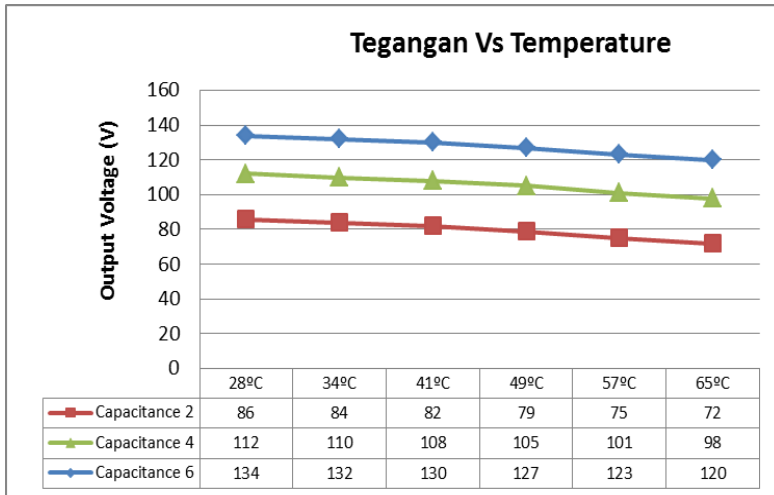
Tabel 4.32. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi dan Tahanan Kumparan Beban Kapasitif Dengan Ruang Isolasi

| No | Temperatur (°C) | Generator | Nilai Tahanan Isolasi | Nilai Standart I.E.E.E | Generator | Nilai Tahanan Kumparan | Keterangan |
|----|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| 1 | 34 | U - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 8 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 8 M Ω | |
| | | W - Body | 480 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 8 M Ω | |
| 2 | 41 | U - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 7 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 7 M Ω | |
| | | W - Body | 460 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 7 M Ω | |
| 3 | 49 | U - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 6 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 6 M Ω | |
| | | W - Body | 430 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 6 M Ω | |
| 4 | 57 | U - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 5 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 5 M Ω | |
| | | W - Body | 400 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 5 M Ω | |
| 5 | 65 | U - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | U1 - W2 | 4 M Ω | Baik |
| | | V - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | V1 - U2 | 4 M Ω | |
| | | W - Body | 350 M Ω | 100 M Ω | W1- V2 | 4 M Ω | |

Berdasarkan tabel 4.32. hasil pengukuran tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 30 M Ω dan tahanan kumparan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar 1 M Ω . Dari hasil pengamatan dan mengacu standar minimal I.E.E.E maka generator tersebut baik untuk digunakan walaupun untuk tahanan isolasi dan tahanan kumparan mengalami penurunan.

4.4.3. Perbandingan

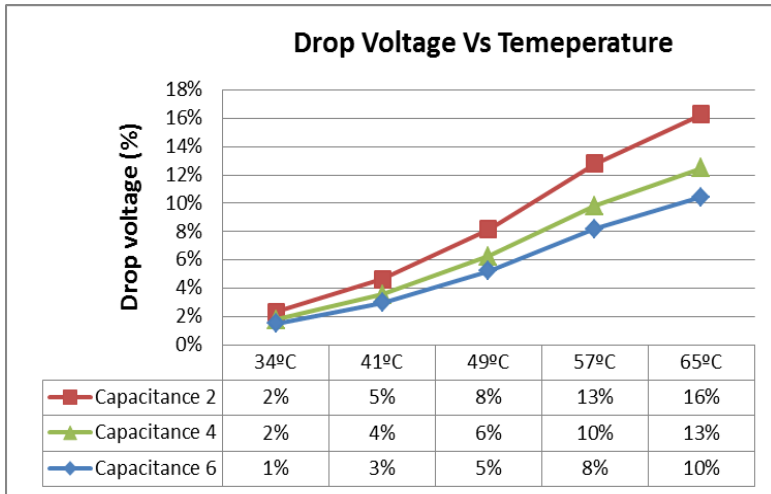
Perbandingan dari hasil pengujian pengaturan tegangan beban induktif tanpa menggunakan ruang isolasi dan saat menggunakan ruang isolasi dapat dilihat pada grafik ... dibawah ini dan juga berdasarkan tabel pada lampiran 4 (terlampir).



Grafik 4.17. Hasil Perbandingan Tegangan Output Tiap Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif

Berdasarkan grafik 4.17. diatas kita lihat bahwa dengan nilai beban kapasitif $2\mu F$, $4\mu F$, dan $6\mu F$ pada tiap kenaikan temperatur tegangan mengalami penurunan. Beban kapasitif karena kemampuannya untuk menyimpan muatan sesaat, maka konsumsi arus generator lebih kecil dan tegangan jadi lebih besar.

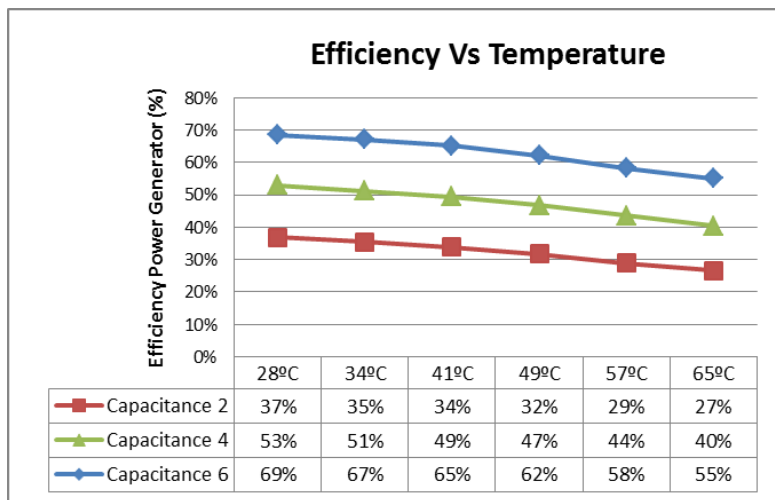
Sedangkan untuk hasil perbandingan tegangan jatuh sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.18. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 4 (terlampir).



Grafik 4.18. Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Tiap Temperatur Saat Beban Kapasitif

Berdasarkan grafik 4.18. diatas terlihat bahwa terjadi tegangan jatuh diatas 5% (standart I.E.E.E) pada saat temperatur 49°C hal ini sangat berpengaruh kepada kinerja generator karena sudah melanggar aturan yang telah dibuat I.E.E.E.

Sedangkan untuk hasil perbandingan efisiensi daya sebelum dan sesudah diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin dapat dilihat pada grafik 4.19. dibawah ini dan juga berdasarkan lampiran 4 (terlampir).



Grafik 4.19. Hasil Perbandingan Efisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif

Berdasarkan grafik 4.19. terlihat jelas bahwa saat diberikan ruang isolasi efisiensi daya pada saat beban kapasitif lebih besar daripada beban resistif dan induktif karena kemampuannya untuk menyimpan muatan sesaat, maka konsumsi arus generator jadi lebih kecil dan tegangan generator lebih besar namun ketika generator diberikan ruang isolasi efisiensi beban kapasitif juga cenderung mengalami penurunan efisiensi daya rata – rata sebesar 2%. Hal ini membuktikan bahwa temperatur ruangan juga menambah beban dari kinerja generator.

LAMPIRAN 1

Tabel Perbandingan Karakteristik Open Circuit

Lampiran 1 : Tabel Perbandingan Karakteristik Open Circuit

Tabel 1. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,1 Open Circuit

| Temperatur | DC Volt <i>motor</i> | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 25 | 117 | 116 | 117 | 200 | 200 | 200 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | |
| 34°C | 25 | 115 | 113 | 114 | 195 | 195 | 195 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | 2% |
| 41°C | 25 | 113 | 112 | 113 | 192 | 192 | 192 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | 3% |
| 49°C | 25 | 109 | 108 | 109 | 188 | 188 | 188 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | 7% |
| 57°C | 25 | 106 | 105 | 106 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | 9% |
| 65°C | 25 | 104 | 104 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 | 11% |

Tabel 2. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,2 Open Circuit

| Temperatur | DC Volt <i>motor</i> | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 50 | 230 | 229 | 230 | 398 | 398 | 398 | 50 | 3000 - 3006 | 0,19 | |
| 34°C | 50 | 227 | 226 | 227 | 395 | 382 | 382 | 50 | 3000 - 3006 | 0,19 | 1% |
| 41°C | 50 | 225 | 225 | 225 | 383 | 383 | 383 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 | 2% |
| 49°C | 50 | 221 | 220 | 221 | 376 | 374 | 376 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 | 4% |
| 57°C | 55 | 217 | 215 | 216 | 370 | 370 | 370 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 | 6% |
| 65°C | 55 | 213 | 211 | 212 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 | 7% |

Tabel 3. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,3 Open Circuit

| Temperatur | DC Volt <i>motor</i> | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 75 | 321 | 320 | 321 | 560 | 560 | 560 | 50 | 3000 - 3006 | 0,21 | |
| 34°C | 75 | 318 | 317 | 318 | 541 | 539 | 541 | 50 | 3000 - 3006 | 0,21 | 1% |
| 41°C | 78 | 315 | 314 | 314 | 536 | 534 | 534 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 | 2% |
| 49°C | 80 | 311 | 310 | 311 | 529 | 527 | 529 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 | 3% |
| 57°C | 80 | 307 | 306 | 305 | 524 | 524 | 524 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 | 4% |
| 65°C | 80 | 303 | 302 | 303 | 520 | 520 | 520 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 | 6% |

Tabel 4. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,4 Open Circuit

| Temperature | DC V _{motor} | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 105 | 402 | 400 | 401 | 695 | 695 | 695 | 50 | 3001 - 3006 | 0,23 | |
| 34°C | 105 | 396 | 395 | 395 | 673 | 666 | 666 | 50 | 3001 - 3006 | 0,23 | 1% |
| 41°C | 105 | 390 | 389 | 390 | 663 | 661 | 663 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 | 3% |
| 49°C | 110 | 383 | 383 | 383 | 654 | 654 | 654 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 | 5% |
| 57°C | 110 | 376 | 376 | 376 | 642 | 642 | 642 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 | 6% |
| 65°C | 110 | 373 | 373 | 373 | 638 | 638 | 638 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 | 7% |

Tabel 5. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,5 Open Circuit

| Temperature | DC V _{motor} | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 130 | 442 | 441 | 442 | 770 | 770 | 770 | 50 | 3002 - 3007 | 0,24 | |
| 34°C | 130 | 438 | 439 | 438 | 768 | 768 | 768 | 50 | 3002 - 3007 | 0,24 | 1% |
| 41°C | 135 | 435 | 434 | 435 | 764 | 764 | 764 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 | 2% |
| 49°C | 135 | 429 | 430 | 429 | 760 | 760 | 760 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 | 3% |
| 57°C | 140 | 422 | 421 | 422 | 754 | 754 | 754 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 | 5% |
| 65°C | 140 | 418 | 419 | 418 | 750 | 750 | 750 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 | 5% |

Tabel 6. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,6 Open Circuit

| Temperature | DC V _{motor} | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|--------------|-----------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 155 | 486 | 485 | 486 | 841 | 841 | 841 | 50 | 3004 - 3008 | 0,26 | |
| 34°C | 160 | 482 | 483 | 484 | 840 | 840 | 840 | 50 | 3004 - 3008 | 0,26 | 1% |
| 41°C | 165 | 478 | 479 | 479 | 838 | 838 | 838 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 | 2% |
| 49°C | 165 | 472 | 471 | 472 | 834 | 834 | 834 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 | 3% |
| 57°C | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 | 5% |
| 65°C | 170 | 459 | 460 | 469 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 | 6% |

Tabel 7. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Temperatur Pada Saat Arus Eksitasi 0,7 Open Circuit

| Temperatur | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm | Drop Voltage |
|------------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|--------------|
| | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | | |
| 28°C | 185 | 528 | 528 | 528 | 896 | 896 | 896 | 50 | 3004 - 3008 | 0,28 | |
| 34°C | 190 | 525 | 524 | 525 | 892 | 892 | 892 | 50 | 3004 - 3008 | 0,28 | 1% |
| 41°C | 190 | 520 | 520 | 520 | 889 | 889 | 889 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 | 2% |
| 49°C | 190 | 512 | 511 | 512 | 885 | 885 | 885 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 | 3% |
| 57°C | 195 | 504 | 503 | 504 | 882 | 882 | 882 | 50 | 3005 - 3008 | 0,28 | 5% |
| 65°C | 200 | 490 | 489 | 490 | 879 | 879 | 879 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 | 7% |

Tabel 8. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,1 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 1 | 25 | 106 | 105 | 106 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 2 | 25 | 106 | 105 | 106 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 3 | 25 | 106 | 105 | 107 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 4 | 25 | 106 | 105 | 106 | 185 | 185 | 185 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 5 | 25 | 105 | 105 | 105 | 184 | 184 | 184 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 6 | 25 | 105 | 105 | 105 | 184 | 184 | 184 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 7 | 25 | 105 | 105 | 105 | 184 | 184 | 184 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 8 | 25 | 104 | 103 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |

Tabel 9. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,2 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,2 | 1 | 55 | 217 | 215 | 216 | 370 | 370 | 370 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 2 | 55 | 217 | 215 | 216 | 370 | 370 | 370 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 3 | 55 | 217 | 215 | 216 | 370 | 370 | 370 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 4 | 55 | 216 | 215 | 214 | 369 | 369 | 369 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 5 | 55 | 216 | 215 | 214 | 369 | 369 | 369 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 6 | 55 | 215 | 214 | 215 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 7 | 55 | 214 | 213 | 214 | 367 | 367 | 367 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 8 | 55 | 213 | 213 | 213 | 367 | 367 | 367 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |

Tabel 10. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,3 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,3 | 1 | 80 | 307 | 306 | 305 | 524 | 524 | 524 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 2 | 80 | 307 | 305 | 306 | 524 | 524 | 524 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 3 | 80 | 307 | 305 | 306 | 524 | 524 | 524 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 4 | 80 | 306 | 305 | 305 | 523 | 523 | 523 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 5 | 80 | 306 | 305 | 305 | 523 | 523 | 523 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 6 | 80 | 305 | 304 | 305 | 522 | 522 | 522 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 7 | 80 | 304 | 303 | 304 | 521 | 521 | 521 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 8 | 80 | 303 | 303 | 303 | 521 | 521 | 521 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |

Tabel 11. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,4 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,4 | 1 | 110 | 376 | 376 | 376 | 642 | 642 | 642 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 2 | 110 | 376 | 376 | 376 | 642 | 642 | 642 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 3 | 110 | 376 | 375 | 376 | 642 | 642 | 642 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 4 | 110 | 375 | 374 | 375 | 641 | 641 | 641 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 5 | 110 | 375 | 374 | 375 | 641 | 641 | 641 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 6 | 110 | 375 | 374 | 375 | 641 | 641 | 641 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 7 | 110 | 374 | 373 | 373 | 640 | 640 | 640 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 8 | 110 | 374 | 373 | 373 | 640 | 640 | 640 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |

Tabel 12. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,5 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,5 | 1 | 140 | 422 | 421 | 422 | 754 | 754 | 754 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 2 | 140 | 422 | 421 | 422 | 754 | 754 | 754 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 3 | 140 | 422 | 421 | 422 | 754 | 754 | 754 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 4 | 140 | 421 | 420 | 421 | 753 | 753 | 753 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 5 | 140 | 421 | 420 | 421 | 753 | 753 | 753 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 6 | 140 | 420 | 419 | 419 | 752 | 752 | 752 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 7 | 140 | 420 | 419 | 419 | 752 | 752 | 752 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 8 | 140 | 419 | 418 | 419 | 751 | 751 | 751 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |

Tabel 13. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,6 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,6 | 1 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 2 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 3 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 4 | 165 | 463 | 462 | 463 | 831 | 831 | 831 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 5 | 165 | 463 | 462 | 463 | 831 | 831 | 831 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 6 | 165 | 462 | 461 | 462 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 7 | 165 | 462 | 461 | 462 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 8 | 165 | 461 | 460 | 460 | 829 | 829 | 829 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |

Tabel 14. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,7 Temperatur 57°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,6 | 1 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 2 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 3 | 165 | 464 | 463 | 464 | 832 | 832 | 832 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 4 | 165 | 463 | 462 | 463 | 831 | 831 | 831 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 5 | 165 | 463 | 462 | 463 | 831 | 831 | 831 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 6 | 165 | 462 | 461 | 462 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 7 | 165 | 462 | 461 | 462 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 8 | 165 | 461 | 460 | 460 | 829 | 829 | 829 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |

Tabel 15. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,1 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,1 | 1 | 25 | 104 | 104 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 2 | 25 | 104 | 104 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 3 | 25 | 104 | 103 | 104 | 183 | 183 | 183 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 4 | 25 | 103 | 102 | 103 | 182 | 182 | 182 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 5 | 25 | 103 | 102 | 103 | 182 | 182 | 182 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 6 | 25 | 102 | 101 | 101 | 181 | 181 | 181 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 7 | 25 | 102 | 101 | 101 | 181 | 181 | 181 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |
| | 8 | 25 | 101 | 100 | 100 | 180 | 180 | 180 | 50 | 2999 - 3002 | 0,18 |

Tabel 16. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,2 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,2 | 1 | 55 | 213 | 212 | 213 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 2 | 55 | 213 | 212 | 213 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 3 | 55 | 213 | 212 | 212 | 368 | 368 | 368 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 4 | 55 | 212 | 212 | 212 | 367 | 367 | 367 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 5 | 55 | 212 | 211 | 212 | 367 | 367 | 367 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 6 | 55 | 211 | 211 | 211 | 366 | 366 | 366 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 7 | 55 | 211 | 210 | 211 | 366 | 366 | 366 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |
| | 8 | 55 | 210 | 210 | 210 | 365 | 365 | 365 | 50 | 3000 - 3005 | 0,19 |

Tabel 17. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,3 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,3 | 1 | 80 | 303 | 302 | 303 | 520 | 520 | 520 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 2 | 80 | 303 | 302 | 303 | 520 | 520 | 520 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 3 | 80 | 303 | 302 | 303 | 520 | 520 | 520 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 4 | 80 | 302 | 302 | 302 | 519 | 519 | 519 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 5 | 80 | 302 | 302 | 302 | 519 | 519 | 519 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 6 | 80 | 301 | 301 | 301 | 518 | 518 | 518 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 7 | 80 | 301 | 301 | 301 | 518 | 518 | 518 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |
| | 8 | 80 | 300 | 300 | 300 | 517 | 517 | 517 | 50 | 3001 - 3005 | 0,21 |

Tabel 18. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,4 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,4 | 1 | 110 | 373 | 373 | 373 | 638 | 638 | 638 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 2 | 110 | 373 | 372 | 373 | 638 | 638 | 638 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 3 | 110 | 373 | 372 | 373 | 638 | 638 | 638 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 4 | 110 | 372 | 372 | 372 | 637 | 637 | 637 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 5 | 110 | 372 | 372 | 372 | 637 | 637 | 637 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 6 | 110 | 371 | 371 | 371 | 636 | 636 | 636 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 7 | 110 | 371 | 371 | 371 | 636 | 636 | 636 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |
| | 8 | 110 | 370 | 370 | 370 | 635 | 635 | 635 | 50 | 3002 - 3006 | 0,23 |

Tabel 19. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,5 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,5 | 1 | 140 | 418 | 419 | 418 | 750 | 750 | 750 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 2 | 140 | 418 | 418 | 418 | 750 | 750 | 750 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 3 | 140 | 418 | 418 | 418 | 750 | 750 | 750 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 4 | 140 | 417 | 417 | 417 | 749 | 749 | 749 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 5 | 140 | 417 | 416 | 417 | 749 | 749 | 749 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 6 | 140 | 416 | 415 | 416 | 748 | 748 | 748 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 7 | 140 | 416 | 415 | 416 | 748 | 748 | 748 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |
| | 8 | 140 | 415 | 415 | 415 | 747 | 747 | 747 | 50 | 3002 - 3006 | 0,24 |

Tabel 20. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,6 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,6 | 1 | 170 | 459 | 459 | 459 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 2 | 170 | 459 | 459 | 459 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 3 | 170 | 459 | 459 | 459 | 830 | 830 | 830 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 4 | 170 | 458 | 458 | 458 | 829 | 829 | 829 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 5 | 170 | 458 | 458 | 458 | 829 | 829 | 829 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 6 | 170 | 457 | 457 | 457 | 828 | 828 | 828 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 7 | 170 | 456 | 456 | 456 | 827 | 827 | 827 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |
| | 8 | 170 | 455 | 455 | 455 | 826 | 826 | 826 | 50 | 3004 - 3007 | 0,26 |

Tabel 21. Hasil Perbandingan Tegangan Dengan Interval Jam Operasional Generator Pada Saat Arus Eksitasi 0,7 Temperatur 65°C Open Circuit

| Arus Eksitasi | Jam ke - | DC Volt motor | Open Circuit Output Voltage | | | | | | Freq | Motor rpm range | Torque Nm |
|---------------|----------|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------|
| | | | RO | SO | TO | RS | ST | TR | | | |
| 0,7 | 1 | 200 | 490 | 489 | 490 | 879 | 879 | 879 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 2 | 200 | 490 | 489 | 490 | 879 | 879 | 879 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 3 | 200 | 490 | 489 | 490 | 879 | 879 | 879 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 4 | 200 | 489 | 489 | 489 | 878 | 878 | 878 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 5 | 200 | 489 | 489 | 489 | 878 | 878 | 878 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 6 | 200 | 487 | 487 | 487 | 877 | 877 | 877 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 7 | 200 | 487 | 487 | 487 | 877 | 877 | 877 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |
| | 8 | 200 | 486 | 486 | 486 | 876 | 876 | 876 | 50 | 3005 - 3007 | 0,28 |

LAMPIRAN 2

Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Resistif

Lampiran 2 : Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Resistif

Tabel 1. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Resistif 230 Ω

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 28,05 | 0,126 | 0,126 | 0,126 | 4,99 | 0,875 | |
| 34°C | 15,8 | 15,8 | 15,8 | 26,86 | 0,121 | 0,121 | 0,121 | 4,59 | 0,875 | 4% |
| 41°C | 15,3 | 15,3 | 15,3 | 26,01 | 0,118 | 0,118 | 0,118 | 4,33 | 0,875 | 7% |
| 49°C | 14,9 | 14,9 | 14,9 | 25,33 | 0,114 | 0,114 | 0,114 | 4,08 | 0,875 | 10% |
| 57°C | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 24,14 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 3,78 | 0,875 | 14% |
| 65°C | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 | 16% |

Tabel 2. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Resistif 470 Ω

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 50,15 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 8,28 | 0,882 | |
| 34°C | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 48,11 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 7,67 | 0,882 | 4% |
| 41°C | 27,6 | 27,6 | 27,6 | 46,92 | 0,109 | 0,109 | 0,109 | 7,22 | 0,882 | 6% |
| 49°C | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 45,56 | 0,107 | 0,107 | 0,107 | 6,88 | 0,882 | 9% |
| 57°C | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 42,84 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 6,35 | 0,882 | 15% |
| 65°C | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 | 17% |

Tabel 3. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Resistif 1000 Ω

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 58,6 | 58,6 | 58,6 | 99,62 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 14,63 | 0,891 | |
| 34°C | 56,2 | 56,2 | 56,2 | 95,54 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 13,22 | 0,891 | 4% |
| 41°C | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 93,16 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 12,89 | 0,891 | 6% |
| 49°C | 53,6 | 53,6 | 53,6 | 91,12 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 12,35 | 0,891 | 9% |
| 57°C | 51,4 | 51,4 | 51,4 | 87,38 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 11,84 | 0,891 | 12% |
| 65°C | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 | 16% |

Tabel 4. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Resistif 2200 Ω

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 99,2 | 99,2 | 99,2 | 168,64 | 0,077 | 0,077 | 0,077 | 18,33 | 0,895 | |
| 34°C | 95,4 | 95,4 | 95,4 | 162,18 | 0,073 | 0,073 | 0,073 | 16,71 | 0,895 | 4% |
| 41°C | 93,6 | 93,6 | 93,6 | 159,12 | 0,069 | 0,069 | 0,069 | 15,50 | 0,895 | 6% |
| 49°C | 91,5 | 91,5 | 91,5 | 155,55 | 0,065 | 0,065 | 0,065 | 14,27 | 0,895 | 8% |
| 57°C | 88,1 | 88,1 | 88,1 | 149,77 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,11 | 0,895 | 11% |
| 65°C | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 | 15% |

Tabel 5. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Resistif 3900 Ω

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 130,0 | 130,0 | 130,0 | 221,00 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 19,34 | 0,901 | |
| 34°C | 123,0 | 123,0 | 123,0 | 209,10 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 17,71 | 0,901 | 5% |
| 41°C | 119,0 | 119,0 | 119,0 | 202,30 | 0,057 | 0,057 | 0,057 | 16,28 | 0,901 | 8% |
| 49°C | 116,0 | 116,0 | 116,0 | 197,20 | 0,054 | 0,054 | 0,054 | 15,03 | 0,901 | 11% |
| 57°C | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 | 13% |
| 65°C | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 | 15% |

Tabel 6. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif 230 Ω

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| 34°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| 41°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| 49°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| 57°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| 65°C | 65 | 1,21 | 0,093 | 1,12 | 10 | 700 | 78,65 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 4,99 | 72% | 9% |
| 34°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 4,59 | 72% | 8% |
| 41°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 4,33 | 72% | 8% |
| 49°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 4,08 | 72% | 7% |
| 57°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 3,78 | 72% | 7% |
| 65°C | 18,52 | 3,7 | 22,22 | 56,43 | 3,51 | 72% | 6% |

Tabel 7. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif 470 Ω

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| 34°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| 41°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| 49°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| 57°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| 65°C | 65 | 1,25 | 0,093 | 1,16 | 10 | 700 | 81,25 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 8,28 | 71% | 14% |
| 34°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 7,67 | 71% | 13% |
| 41°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 7,22 | 71% | 12% |
| 49°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 6,88 | 71% | 12% |
| 57°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 6,35 | 71% | 11% |
| 65°C | 19,43 | 3,89 | 23,31 | 57,94 | 5,86 | 71% | 10% |

Tabel 8. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif 1000 Ω

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 34°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 41°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 49°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 57°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 65°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 14,63 | 71% | 25% |
| 34°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 13,45 | 71% | 23% |
| 41°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 13,27 | 71% | 22% |
| 49°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 12,83 | 71% | 22% |
| 57°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 12,51 | 71% | 21% |
| 65°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 11,58 | 71% | 19% |

Tabel 9. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif 2200 Ω

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 34°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 41°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 49°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 57°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| 65°C | 65 | 1,29 | 0,093 | 1,2 | 10 | 700 | 83,85 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 14,63 | 71% | 25% |
| 34°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 13,45 | 71% | 23% |
| 41°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 13,27 | 71% | 22% |
| 49°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 12,83 | 71% | 22% |
| 57°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 12,51 | 71% | 21% |
| 65°C | 20,37 | 4,07 | 24,44 | 59,41 | 11,58 | 71% | 19% |

Tabel 10. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Resistif 3900 Ω

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| 34°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| 41°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| 49°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| 57°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| 65°C | 65 | 1,37 | 0,093 | 1,28 | 10 | 700 | 89,05 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 19,34 | 70% | 31% |
| 34°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 17,71 | 70% | 28% |
| 41°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 16,28 | 70% | 26% |
| 49°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 15,03 | 70% | 24% |
| 57°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 14,1 | 70% | 23% |
| 65°C | 22,35 | 4,47 | 26,82 | 62,23 | 13,32 | 70% | 21% |

Tabel 11. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Resistif 230 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 1 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 24,14 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 3,78 | 0,875 |
| | 2 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 24,14 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 3,78 | 0,875 |
| | 3 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 24,14 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 3,78 | 0,875 |
| | 4 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 23,97 | 0,110 | 0,110 | 0,110 | 3,72 | 0,875 |
| | 5 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 23,97 | 0,110 | 0,110 | 0,110 | 3,72 | 0,875 |
| | 6 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 23,80 | 0,109 | 0,109 | 0,109 | 3,66 | 0,875 |
| | 7 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 23,80 | 0,109 | 0,109 | 0,109 | 3,66 | 0,875 |
| | 8 | 13,9 | 13,9 | 13,9 | 23,63 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 3,60 | 0,875 |

Tabel 12. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Resistif 470 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 470 | 1 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 42,84 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 6,35 | 0,882 |
| | 2 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 42,84 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 6,35 | 0,882 |
| | 3 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 42,84 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 6,35 | 0,882 |
| | 4 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 42,50 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 6,24 | 0,882 |
| | 5 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 42,50 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 6,24 | 0,882 |
| | 6 | 24,9 | 24,9 | 24,9 | 42,33 | 0,103 | 0,103 | 0,103 | 6,16 | 0,882 |
| | 7 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 42,16 | 0,102 | 0,102 | 0,102 | 6,07 | 0,882 |
| | 8 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 41,82 | 0,101 | 0,101 | 0,101 | 5,96 | 0,882 |

Tabel 13. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Resistif 1000 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 1000 | 1 | 51,4 | 51,4 | 51,4 | 87,38 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 11,84 | 0,891 |
| | 2 | 51,4 | 51,4 | 51,4 | 87,38 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 11,84 | 0,891 |
| | 3 | 51,4 | 51,4 | 51,4 | 87,38 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 11,84 | 0,891 |
| | 4 | 51,3 | 51,3 | 51,3 | 87,21 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 11,70 | 0,891 |
| | 5 | 51,3 | 51,3 | 51,3 | 87,21 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 11,70 | 0,891 |
| | 6 | 51,1 | 51,1 | 51,1 | 86,87 | 0,094 | 0,094 | 0,094 | 11,53 | 0,891 |
| | 7 | 51,0 | 51,0 | 51,0 | 86,70 | 0,093 | 0,093 | 0,093 | 11,38 | 0,891 |
| | 8 | 49,8 | 49,8 | 49,8 | 84,66 | 0,092 | 0,092 | 0,092 | 11,00 | 0,891 |

Tabel 14. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Resistif 2200 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2200 | 1 | 88,1 | 88,1 | 88,1 | 149,77 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,11 | 0,895 |
| | 2 | 88,1 | 88,1 | 88,1 | 149,77 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,11 | 0,895 |
| | 3 | 87,9 | 87,9 | 87,9 | 149,43 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,08 | 0,895 |
| | 4 | 87,9 | 87,9 | 87,9 | 149,43 | 0,062 | 0,062 | 0,062 | 13,08 | 0,895 |
| | 5 | 87,6 | 87,6 | 87,6 | 148,92 | 0,061 | 0,61 | 0,61 | 12,82 | 0,895 |
| | 6 | 87,6 | 87,6 | 87,6 | 148,92 | 0,061 | 0,61 | 0,61 | 12,82 | 0,895 |
| | 7 | 87,2 | 87,2 | 87,2 | 148,24 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 12,56 | 0,895 |
| | 8 | 87,0 | 87,0 | 87,0 | 147,90 | 0,059 | 0,059 | 0,059 | 12,32 | 0,895 |

Tabel 15. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Resistif 3900 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 3900 | 1 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 |
| | 2 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 |
| | 3 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 |
| | 4 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 192,10 | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 14,10 | 0,901 |
| | 5 | 112,0 | 112,0 | 112,0 | 190,40 | 0,051 | 0,051 | 0,051 | 13,71 | 0,901 |
| | 6 | 112,0 | 112,0 | 112,0 | 190,40 | 0,051 | 0,051 | 0,051 | 13,71 | 0,901 |
| | 7 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 8 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |

Tabel 16. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Resistif 230 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 230 | 1 | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 |
| | 2 | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 |
| | 3 | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 |
| | 4 | 13,8 | 13,8 | 13,8 | 23,46 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 3,51 | 0,875 |
| | 5 | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 23,12 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 3,39 | 0,875 |
| | 6 | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 23,12 | 0,104 | 0,104 | 0,104 | 3,39 | 0,875 |
| | 7 | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 22,95 | 0,103 | 0,103 | 0,103 | 3,34 | 0,875 |
| | 8 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 22,78 | 0,102 | 0,102 | 0,102 | 3,28 | 0,875 |

Tabel 17. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Resistif 470 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 470 | 1 | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 |
| | 2 | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 |
| | 3 | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 |
| | 4 | 24,4 | 24,4 | 24,4 | 41,48 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 5,86 | 0,882 |
| | 5 | 24,2 | 24,2 | 24,2 | 41,14 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 5,75 | 0,882 |
| | 6 | 24,2 | 24,2 | 24,2 | 41,14 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 5,75 | 0,882 |
| | 7 | 24,1 | 24,1 | 24,1 | 40,97 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 5,67 | 0,882 |
| | 8 | 24,0 | 24,0 | 24,0 | 40,80 | 0,097 | 0,097 | 0,097 | 5,59 | 0,882 |

Tabel 18. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Resistif 1000 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 1000 | 1 | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 |
| | 2 | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 |
| | 3 | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 |
| | 4 | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 83,64 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 10,63 | 0,891 |
| | 5 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 83,47 | 0,089 | 0,089 | 0,089 | 10,49 | 0,891 |
| | 6 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 83,47 | 0,089 | 0,089 | 0,089 | 10,49 | 0,891 |
| | 7 | 49,0 | 49,0 | 49,0 | 83,30 | 0,088 | 0,088 | 0,088 | 10,35 | 0,891 |
| | 8 | 48,8 | 48,8 | 48,8 | 82,96 | 0,087 | 0,087 | 0,087 | 10,19 | 0,891 |

Tabel 19. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Resistif 2200 Ω

| Resistanc e (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|----------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2200 | 1 | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 |
| | 2 | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 |
| | 3 | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 |
| | 4 | 84,8 | 84,8 | 84,8 | 144,16 | 0,058 | 0,058 | 0,058 | 11,80 | 0,895 |
| | 5 | 84,6 | 84,6 | 84,6 | 143,82 | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 11,37 | 0,895 |
| | 6 | 84,6 | 84,6 | 84,6 | 143,82 | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 11,37 | 0,895 |
| | 7 | 84,6 | 84,6 | 84,6 | 143,82 | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 11,37 | 0,895 |
| | 8 | 84,4 | 84,4 | 84,4 | 143,48 | 0,054 | 0,054 | 0,054 | 10,94 | 0,895 |

Tabel 20. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Resistif 3900 Ω

| Resistance (Ohm) | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 3900 | 1 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 2 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 3 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 4 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 5 | 111,0 | 111,0 | 111,0 | 188,70 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 13,32 | 0,901 |
| | 6 | 109,0 | 109,0 | 109,0 | 185,30 | 0,048 | 0,048 | 0,048 | 12,56 | 0,901 |
| | 7 | 109,0 | 109,0 | 109,0 | 185,30 | 0,048 | 0,048 | 0,048 | 12,56 | 0,901 |
| | 8 | 107,0 | 107,0 | 107,0 | 181,90 | 0,046 | 0,046 | 0,046 | 11,81 | 0,901 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 3

Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Induktif

Lampiran 3 : Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Induktif

Tabel 1. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Induktif 10

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 26,20 | 26,20 | 26,20 | 44,54 | 0,206 | 0,206 | 0,206 | 12,95 | 0,897 | |
| 34°C | 24,70 | 24,70 | 24,70 | 41,99 | 0,204 | 0,204 | 0,204 | 12,09 | 0,897 | 6% |
| 41°C | 23,50 | 23,50 | 23,50 | 39,95 | 0,202 | 0,202 | 0,202 | 11,39 | 0,897 | 10% |
| 49°C | 22,30 | 22,30 | 22,30 | 37,91 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 10,70 | 0,897 | 15% |
| 57°C | 21,10 | 21,10 | 21,10 | 35,87 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 10,03 | 0,897 | 19% |
| 65°C | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 | 24% |

Tabel 2. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Induktif 8

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 21,80 | 21,80 | 21,80 | 37,06 | 0,212 | 0,212 | 0,212 | 11,09 | 0,895 | |
| 34°C | 20,40 | 20,40 | 20,40 | 34,68 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 10,23 | 0,895 | 6% |
| 41°C | 19,30 | 19,30 | 19,30 | 32,81 | 0,206 | 0,206 | 0,206 | 9,54 | 0,895 | 11% |
| 49°C | 18,20 | 18,20 | 18,20 | 30,94 | 0,203 | 0,203 | 0,203 | 8,87 | 0,895 | 17% |
| 57°C | 17,30 | 17,30 | 17,30 | 29,41 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,30 | 0,895 | 21% |
| 65°C | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 | 25% |

Tabel 3. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Induktif 6

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 16,60 | 16,60 | 16,60 | 28,22 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 8,76 | 0,891 | |
| 34°C | 15,20 | 15,20 | 15,20 | 25,84 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 7,95 | 0,891 | 8% |
| 41°C | 14,80 | 14,80 | 14,80 | 25,16 | 0,215 | 0,215 | 0,215 | 7,64 | 0,891 | 11% |
| 49°C | 13,80 | 13,80 | 13,80 | 23,46 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 7,05 | 0,891 | 17% |
| 57°C | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 21,25 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,33 | 0,891 | 25% |
| 65°C | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 | 33% |

Tabel 4. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Induktif 4

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 9,35 | 9,35 | 9,35 | 15,90 | 0,232 | 0,232 | 0,232 | 5,21 | 0,882 | |
| 34°C | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 14,96 | 0,230 | 0,230 | 0,230 | 4,86 | 0,882 | 6% |
| 41°C | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 14,11 | 0,228 | 0,228 | 0,228 | 4,54 | 0,882 | 11% |
| 49°C | 7,80 | 7,80 | 7,80 | 13,26 | 0,226 | 0,226 | 0,226 | 4,23 | 0,882 | 17% |
| 57°C | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 12,24 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 3,87 | 0,882 | 23% |
| 65°C | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 | 28% |

Tabel 5. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Induktif 2

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 5,45 | 5,45 | 5,45 | 9,27 | 0,246 | 0,246 | 0,246 | 3,22 | 0,875 | |
| 34°C | 5,15 | 5,15 | 5,15 | 8,76 | 0,242 | 0,242 | 0,242 | 2,99 | 0,875 | 6% |
| 41°C | 4,85 | 4,85 | 4,85 | 8,25 | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 2,79 | 0,875 | 11% |
| 49°C | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 7,40 | 0,238 | 0,238 | 0,238 | 2,48 | 0,875 | 20% |
| 57°C | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 | 29% |
| 65°C | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 | 39% |

Tabel 6. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif 10

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| 34°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| 41°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| 49°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| 57°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| 65°C | 65 | 1,3 | 0,093 | 1,21 | 10 | 700 | 84,5 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 12,95 | 71% | 22% |
| 34°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 12,09 | 71% | 20% |
| 41°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 11,39 | 71% | 19% |
| 49°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 10,7 | 71% | 18% |
| 57°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 10,03 | 71% | 17% |
| 65°C | 20,61 | 4,12 | 24,73 | 59,77 | 9,31 | 71% | 16% |

Tabel 7. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif 8

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|---------------|
| 28°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| 34°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| 41°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| 49°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| 57°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| 65°C | 65 | 1,34 | 0,093 | 1,25 | 10 | 700 | 87,1 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Generator |
| 28°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 11,09 | 70% | 18% |
| 34°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 10,23 | 70% | 17% |
| 41°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 9,54 | 70% | 16% |
| 49°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 8,87 | 70% | 14% |
| 57°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 8,3 | 70% | 14% |
| 65°C | 21,59 | 4,32 | 25,91 | 61,19 | 7,79 | 70% | 13% |

Tabel 8. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif 6

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| 34°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| 41°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| 49°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| 57°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| 65°C | 65 | 1,38 | 0,093 | 1,29 | 10 | 700 | 89,7 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 8,76 | 70% | 14% |
| 34°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 7,95 | 70% | 13% |
| 41°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 7,64 | 70% | 12% |
| 49°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 7,05 | 70% | 11% |
| 57°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 6,33 | 70% | 10% |
| 65°C | 22,6 | 4,52 | 27,12 | 62,58 | 5,62 | 70% | 9% |

Tabel 9. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif 4

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| 34°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| 41°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| 49°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| 57°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| 65°C | 65 | 1,42 | 0,093 | 1,33 | 10 | 700 | 92,3 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 5,21 | 69% | 8% |
| 34°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 4,86 | 69% | 8% |
| 41°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 4,54 | 69% | 7% |
| 49°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 4,23 | 69% | 7% |
| 57°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 3,87 | 69% | 6% |
| 65°C | 23,65 | 4,73 | 28,38 | 63,92 | 3,54 | 69% | 6% |

Tabel 10. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Beban Induktif 2

| Temp | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|------|-------|--------|--------|------------|----------|-----------|-----------|
| 28°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| 34°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| 41°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| 49°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| 57°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| 65°C | 65 | 1,46 | 0,093 | 1,37 | 10 | 700 | 94,9 |
| Temp | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Gen | Eff Motor | Eff Gen |
| 28°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 3,22 | 69% | 5% |
| 34°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 2,99 | 69% | 5% |
| 41°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 2,79 | 69% | 4% |
| 49°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 2,48 | 69% | 4% |
| 57°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 2,17 | 69% | 3% |
| 65°C | 24,73 | 4,95 | 29,67 | 65,23 | 1,87 | 69% | 3% |

Tabel 11. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Induktif 10

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 1 | 21,10 | 21,10 | 21,10 | 35,87 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 10,03 | 0,897 |
| | 2 | 21,10 | 21,10 | 21,10 | 35,87 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 10,03 | 0,897 |
| | 3 | 21,10 | 21,10 | 21,10 | 35,87 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 10,03 | 0,897 |
| | 4 | 21,08 | 21,08 | 21,08 | 35,84 | 0,197 | 0,197 | 0,197 | 9,97 | 0,897 |
| | 5 | 21,08 | 21,08 | 21,08 | 35,84 | 0,197 | 0,197 | 0,197 | 9,97 | 0,897 |
| | 6 | 21,06 | 21,06 | 21,06 | 35,80 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 9,91 | 0,897 |
| | 7 | 21,06 | 21,06 | 21,06 | 35,80 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 9,91 | 0,897 |
| | 8 | 21,04 | 21,04 | 21,04 | 35,77 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 9,90 | 0,897 |

Tabel 12. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Induktif 8

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 8 | 1 | 17,30 | 17,30 | 17,30 | 29,41 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,30 | 0,895 |
| | 2 | 17,30 | 17,30 | 17,30 | 29,41 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,30 | 0,895 |
| | 3 | 17,30 | 17,30 | 17,30 | 29,41 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,30 | 0,895 |
| | 4 | 17,20 | 17,20 | 17,20 | 29,24 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,26 | 0,895 |
| | 5 | 17,20 | 17,20 | 17,20 | 29,24 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 8,26 | 0,895 |
| | 6 | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 28,90 | 0,199 | 0,199 | 0,199 | 8,12 | 0,895 |
| | 7 | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 28,90 | 0,199 | 0,199 | 0,199 | 8,12 | 0,895 |
| | 8 | 16,80 | 16,80 | 16,80 | 28,56 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,98 | 0,895 |

Tabel 13. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Induktif 6

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 6 | 1 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 21,25 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,33 | 0,891 |
| | 2 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 21,25 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,33 | 0,891 |
| | 3 | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 21,25 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,33 | 0,891 |
| | 4 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 20,91 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,23 | 0,891 |
| | 5 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 20,91 | 0,211 | 0,211 | 0,211 | 6,23 | 0,891 |
| | 6 | 12,10 | 12,10 | 12,10 | 20,57 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 6,10 | 0,891 |
| | 7 | 12,10 | 12,10 | 12,10 | 20,57 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 6,10 | 0,891 |
| | 8 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 20,40 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 6,02 | 0,891 |

Tabel 14. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Induktif 4

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 4 | 1 | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 12,24 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 3,87 | 0,882 |
| | 2 | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 12,24 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 3,87 | 0,882 |
| | 3 | 7,20 | 7,20 | 7,20 | 12,24 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 3,87 | 0,882 |
| | 4 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 11,90 | 0,223 | 0,223 | 0,223 | 3,75 | 0,882 |
| | 5 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 11,90 | 0,223 | 0,223 | 0,223 | 3,75 | 0,882 |
| | 6 | 6,90 | 6,90 | 6,90 | 11,73 | 0,222 | 0,222 | 0,222 | 3,68 | 0,882 |
| | 7 | 6,90 | 6,90 | 6,90 | 11,73 | 0,222 | 0,222 | 0,222 | 3,68 | 0,882 |
| | 8 | 6,80 | 6,80 | 6,80 | 11,56 | 0,221 | 0,221 | 0,221 | 3,61 | 0,882 |

Tabel 15. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Induktif 2

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 1 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 |
| | 2 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 |
| | 3 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 |
| | 4 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 6,55 | 0,235 | 0,235 | 0,235 | 2,17 | 0,875 |
| | 5 | 3,65 | 3,65 | 3,65 | 6,21 | 0,234 | 0,234 | 0,234 | 2,05 | 0,875 |
| | 6 | 3,65 | 3,65 | 3,65 | 6,21 | 0,234 | 0,234 | 0,234 | 2,05 | 0,875 |
| | 7 | 3,45 | 3,45 | 3,45 | 5,87 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,93 | 0,875 |
| | 8 | 3,45 | 3,45 | 3,45 | 5,87 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,93 | 0,875 |

Tabel 16. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Induktif 10

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 10 | 1 | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 |
| | 2 | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 |
| | 3 | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 |
| | 4 | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 33,83 | 0,195 | 0,195 | 0,195 | 9,31 | 0,897 |
| | 5 | 19,70 | 19,70 | 19,70 | 33,49 | 0,194 | 0,194 | 0,194 | 9,17 | 0,897 |
| | 6 | 19,70 | 19,70 | 19,70 | 33,49 | 0,194 | 0,194 | 0,194 | 9,17 | 0,897 |
| | 7 | 19,50 | 19,50 | 19,50 | 33,15 | 0,193 | 0,193 | 0,193 | 9,03 | 0,897 |
| | 8 | 19,50 | 19,50 | 19,50 | 33,15 | 0,193 | 0,193 | 0,193 | 9,03 | 0,897 |

Tabel 17. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Induktif 8

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 8 | 1 | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 |
| | 2 | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 |
| | 3 | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 |
| | 4 | 16,40 | 16,40 | 16,40 | 27,88 | 0,198 | 0,198 | 0,198 | 7,79 | 0,895 |
| | 5 | 16,20 | 16,20 | 16,20 | 27,54 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 7,62 | 0,895 |
| | 6 | 16,20 | 16,20 | 16,20 | 27,54 | 0,196 | 0,196 | 0,196 | 7,62 | 0,895 |
| | 7 | 16,00 | 16,00 | 16,00 | 27,20 | 0,194 | 0,194 | 0,194 | 7,45 | 0,895 |
| | 8 | 16,00 | 16,00 | 16,00 | 27,20 | 0,194 | 0,194 | 0,194 | 7,45 | 0,895 |

Tabel 18. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Induktif 6

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 6 | 1 | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 |
| | 2 | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 |
| | 3 | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 |
| | 4 | 11,20 | 11,20 | 11,20 | 19,04 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 5,62 | 0,891 |
| | 5 | 11,10 | 11,10 | 11,10 | 18,87 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 5,54 | 0,891 |
| | 6 | 11,10 | 11,10 | 11,10 | 18,87 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 5,54 | 0,891 |
| | 7 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 18,70 | 0,207 | 0,207 | 0,207 | 5,46 | 0,891 |
| | 8 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 18,70 | 0,207 | 0,207 | 0,207 | 5,46 | 0,891 |

Tabel 19. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Induktif 4

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 4 | 1 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 |
| | 2 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 |
| | 3 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 |
| | 4 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | 11,39 | 0,220 | 0,220 | 0,220 | 3,54 | 0,882 |
| | 5 | 6,50 | 6,50 | 6,50 | 11,05 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 3,40 | 0,882 |
| | 6 | 6,50 | 6,50 | 6,50 | 11,05 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 3,40 | 0,882 |
| | 7 | 6,30 | 6,30 | 6,30 | 10,71 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 3,28 | 0,882 |
| | 8 | 6,30 | 6,30 | 6,30 | 10,71 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 3,28 | 0,882 |

Tabel 20. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Induktif 2

| Inductance Position | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|---------------------|----------|-----------------|------|------|---------|------------------|-------|-------|------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 1 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 |
| | 2 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 |
| | 3 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 |
| | 4 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 5,70 | 0,233 | 0,233 | 0,233 | 1,87 | 0,875 |
| | 5 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 5,49 | 0,222 | 0,222 | 0,222 | 1,72 | 0,875 |
| | 6 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 5,49 | 0,222 | 0,222 | 0,222 | 1,72 | 0,875 |
| | 7 | 3,13 | 3,13 | 3,13 | 5,32 | 0,221 | 0,221 | 0,221 | 1,66 | 0,875 |
| | 8 | 3,13 | 3,13 | 3,13 | 5,32 | 0,221 | 0,221 | 0,221 | 1,66 | 0,875 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 4

Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Kapasitif

Lampiran 4 : Tabel Perbandingan Pengaturan Tegangan Beban Kapasitif

Tabel 1. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif 2

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|----|----|---------|------------------|-------|-------|------------------|---------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 86 | 85 | 86 | 146,2 | 0,110 | 0,110 | 0,110 | 22,70 | 0,875 | |
| 34°C | 84 | 83 | 84 | 142,8 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 21,77 | 0,875 | 2% |
| 41°C | 82 | 81 | 82 | 139,4 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 20,86 | 0,875 | 5% |
| 49°C | 79 | 78 | 79 | 134,3 | 0,103 | 0,103 | 0,103 | 19,53 | 0,875 | 8% |
| 57°C | 75 | 74 | 75 | 127,5 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 17,82 | 0,875 | 13% |
| 65°C | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 | 16% |

Tabel 2. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif 4

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|------------------|---------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 112 | 111 | 112 | 190,4 | 0,124 | 0,124 | 0,124 | 33,33 | 0,885 | |
| 34°C | 110 | 109 | 110 | 187 | 0,122 | 0,122 | 0,122 | 32,21 | 0,885 | 2% |
| 41°C | 108 | 107 | 108 | 183,6 | 0,120 | 0,120 | 0,120 | 31,10 | 0,885 | 4% |
| 49°C | 105 | 104 | 105 | 178,5 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 29,48 | 0,885 | 6% |
| 57°C | 101 | 100 | 101 | 171,7 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 27,39 | 0,885 | 10% |
| 65°C | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 | 13% |

Tabel 3. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Dengan Temperatur Pada Saat Beban Kapasitif 6

| Temperature | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ | Drop Voltage |
|-------------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|------------------|---------------|--------------|
| | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | | |
| 28°C | 134 | 133 | 134 | 227,8 | 0,138 | 0,138 | 0,138 | 44,38 | 0,895 | |
| 34°C | 132 | 131 | 132 | 224,4 | 0,136 | 0,136 | 0,136 | 43,08 | 0,895 | 1% |
| 41°C | 130 | 129 | 130 | 221 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 41,81 | 0,895 | 3% |
| 49°C | 127 | 126 | 127 | 215,9 | 0,131 | 0,131 | 0,131 | 39,93 | 0,895 | 5% |
| 57°C | 123 | 122 | 123 | 209,1 | 0,127 | 0,127 | 0,127 | 37,49 | 0,895 | 8% |
| 65°C | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 | 10% |

Tabel 4. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Kapasitif 2

| Temperature | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|-------------|-------|--------|--------|------------|----------------|-----------|---------------|
| 28°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 34°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 41°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 49°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 57°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 65°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| Temperature | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Generator | Eff Motor | Eff Generator |
| 28°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 22,70 | 70% | 37% |
| 34°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 21,77 | 70% | 35% |
| 41°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 20,86 | 70% | 34% |
| 49°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 19,53 | 70% | 32% |
| 57°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 17,82 | 70% | 29% |
| 65°C | 21,84 | 4,37 | 26,21 | 61,54 | 16,42 | 70% | 27% |

Tabel 5. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Kapasitif 4

| Temperature | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|-------------|-------|--------|--------|------------|----------------|-----------|---------------|
| 28°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 34°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 41°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 49°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 57°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 65°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| Temperature | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Generator | Eff Motor | Eff Generator |
| 28°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 33,33 | 70% | 53% |
| 34°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 32,21 | 70% | 51% |
| 41°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 31,10 | 70% | 49% |
| 49°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 29,48 | 70% | 47% |
| 57°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 27,39 | 70% | 44% |
| 65°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 25,40 | 70% | 40% |

Tabel 6. Hasil Perbandingan Effisiensi Daya Tiap Temperatur Pada Saat Kapasitif 6

| Temperature | Vt | IL | Ishunt | Ia | Ra | Rshunt | Pin Motor |
|-------------|-------|--------|--------|------------|----------------|-----------|---------------|
| 28°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 34°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 41°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 49°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| 57°C | 65 | 1,35 | 0,093 | 1,26 | 10 | 700 | 87,75 |
| 65°C | 65 | 1,39 | 0,093 | 1,30 | 10 | 700 | 90,35 |
| Temperature | Wcu | W(b+m) | Wtot | Pout Motor | Pout Generator | Eff Motor | Eff Generator |
| 28°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 33,33 | 70% | 53% |
| 34°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 32,21 | 70% | 51% |
| 41°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 31,10 | 70% | 49% |
| 49°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 29,48 | 70% | 47% |
| 57°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 27,39 | 70% | 44% |
| 65°C | 22,86 | 4,57 | 27,43 | 62,92 | 25,40 | 70% | 40% |

Tabel 7. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Kapasitif 2

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-----------------|----------|-----------------|----|----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 1 | 75 | 74 | 75 | 127,5 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 17,82 | 0,875 |
| | 2 | 75 | 74 | 75 | 127,5 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 17,82 | 0,875 |
| | 3 | 75 | 74 | 75 | 127,5 | 0,099 | 0,099 | 0,099 | 17,82 | 0,875 |
| | 4 | 74 | 74 | 74 | 125,8 | 0,097 | 0,097 | 0,097 | 17,23 | 0,875 |
| | 5 | 74 | 74 | 74 | 125,8 | 0,097 | 0,097 | 0,097 | 17,23 | 0,875 |
| | 6 | 73 | 73 | 73 | 124,1 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 16,82 | 0,875 |
| | 7 | 73 | 73 | 73 | 124,1 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 16,82 | 0,875 |
| | 8 | 72 | 72 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |

Tabel 8. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Kapasitif 4

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-----------------|----------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 4 | 1 | 101 | 100 | 101 | 171,7 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 27,39 | 0,885 |
| | 2 | 101 | 100 | 101 | 171,7 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 27,39 | 0,885 |
| | 3 | 101 | 100 | 101 | 171,7 | 0,113 | 0,113 | 0,113 | 27,39 | 0,885 |
| | 4 | 100 | 100 | 100 | 170,0 | 0,112 | 0,112 | 0,112 | 26,88 | 0,885 |
| | 5 | 100 | 100 | 100 | 170,0 | 0,112 | 0,112 | 0,112 | 26,88 | 0,885 |
| | 6 | 99 | 99 | 99 | 168,3 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 26,37 | 0,885 |
| | 7 | 99 | 99 | 99 | 168,3 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 26,37 | 0,885 |
| | 8 | 98 | 98 | 98 | 166,6 | 0,110 | 0,110 | 0,110 | 25,87 | 0,885 |

Tabel 9. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 57°C Saat Beban Kapasitif 6

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-----------------|----------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 6 | 1 | 123 | 122 | 123 | 209,1 | 0,127 | 0,127 | 0,127 | 37,49 | 0,895 |
| | 2 | 123 | 122 | 123 | 209,1 | 0,127 | 0,127 | 0,127 | 37,49 | 0,895 |
| | 3 | 123 | 122 | 123 | 209,1 | 0,127 | 0,127 | 0,127 | 37,49 | 0,895 |
| | 4 | 123 | 122 | 123 | 209,1 | 0,127 | 0,127 | 0,127 | 37,49 | 0,895 |
| | 5 | 122 | 121 | 122 | 207,4 | 0,126 | 0,126 | 0,126 | 36,89 | 0,895 |
| | 6 | 122 | 121 | 122 | 207,4 | 0,126 | 0,126 | 0,126 | 36,89 | 0,895 |
| | 7 | 121 | 121 | 121 | 205,7 | 0,125 | 0,125 | 0,125 | 36,30 | 0,895 |
| | 8 | 120 | 120 | 120 | 204,0 | 0,124 | 0,124 | 0,124 | 35,71 | 0,895 |

Tabel 10. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Kapasitif 2

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos ϕ |
|-----------------|----------|-----------------|----|----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 2 | 1 | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |
| | 2 | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |
| | 3 | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |
| | 4 | 72 | 71 | 72 | 122,4 | 0,095 | 0,095 | 0,095 | 16,42 | 0,875 |
| | 5 | 71 | 71 | 71 | 120,7 | 0,094 | 0,094 | 0,094 | 16,02 | 0,875 |
| | 6 | 71 | 71 | 71 | 120,7 | 0,094 | 0,094 | 0,094 | 16,02 | 0,875 |
| | 7 | 70 | 70 | 70 | 119,0 | 0,092 | 0,092 | 0,092 | 15,46 | 0,875 |
| | 8 | 70 | 70 | 70 | 119,0 | 0,092 | 0,092 | 0,092 | 15,46 | 0,875 |

Tabel 11. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Kapasitif 4

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|-----------------|----------|-----------------|----|----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 4 | 1 | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 |
| | 2 | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 |
| | 3 | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 |
| | 4 | 98 | 97 | 98 | 166,6 | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 25,40 | 0,885 |
| | 5 | 96 | 96 | 96 | 163,2 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 24,42 | 0,885 |
| | 6 | 96 | 96 | 96 | 163,2 | 0,106 | 0,106 | 0,106 | 24,42 | 0,885 |
| | 7 | 94 | 94 | 94 | 159,8 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 23,69 | 0,885 |
| | 8 | 94 | 94 | 94 | 159,8 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 23,69 | 0,885 |

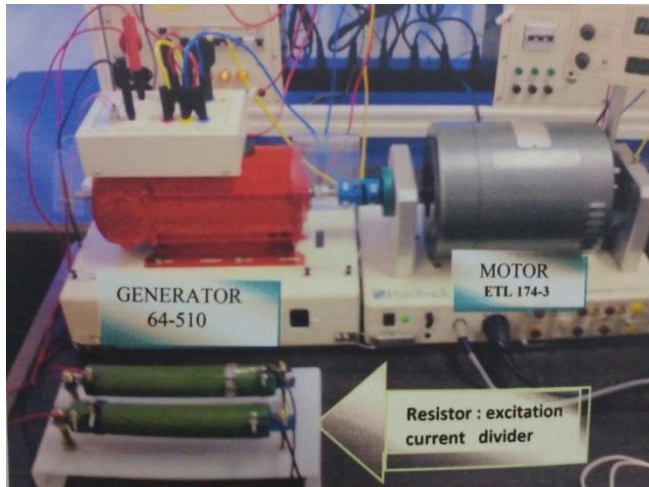
Tabel 12. Hasil Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Pada Interval Jam Operasional Generator Pada Temperatur 65°C Saat Beban Kapasitif 6

| Capacitan ce | Jam ke - | Output Line (V) | | | | Load Current (A) | | | Output Power (W) | Cos φ |
|-----------------|----------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-------|-------|---------------------|---------------|
| | | R | S | T | 3 Phase | R | S | T | | |
| 6 | 1 | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 |
| | 2 | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 |
| | 3 | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 |
| | 4 | 120 | 119 | 120 | 204 | 0,123 | 0,123 | 0,123 | 35,42 | 0,895 |
| | 5 | 118 | 118 | 118 | 200,6 | 0,122 | 0,122 | 0,122 | 34,55 | 0,895 |
| | 6 | 118 | 118 | 118 | 200,6 | 0,122 | 0,122 | 0,122 | 34,55 | 0,895 |
| | 7 | 116 | 116 | 116 | 197,2 | 0,121 | 0,121 | 0,121 | 33,69 | 0,895 |
| | 8 | 116 | 116 | 116 | 197,2 | 0,121 | 0,121 | 0,121 | 33,69 | 0,895 |

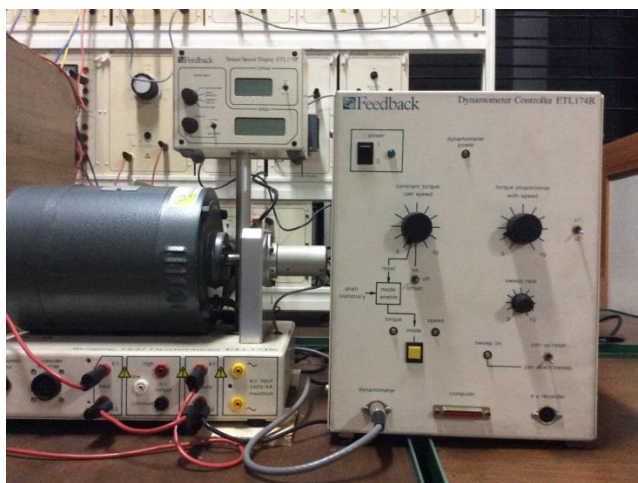
LAMPIRAN 5

Peralatan Eksperimen

Lampiran 5 : Peralatan Eksperimen



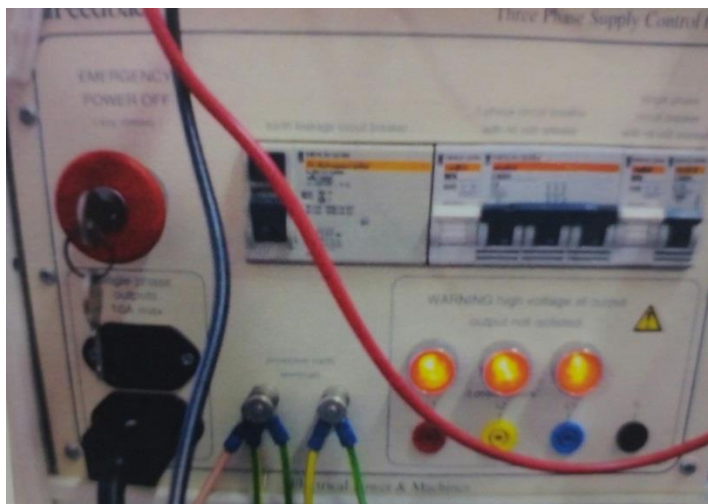
Gambar 1. Generator 3 Phase *Feedback Type* 64-510 (dirangkai) dengan Motor Penggerak



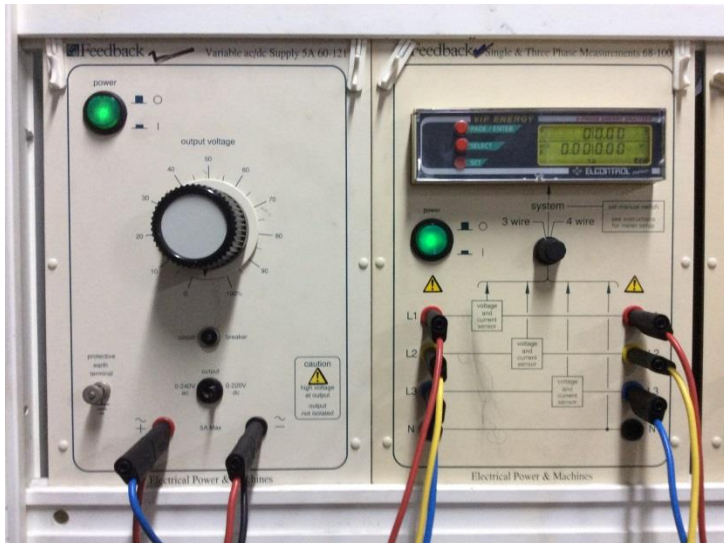
Gambar 2. Motor Controller Dynamometer dengan *Torque* dan *Speed Display*



Gambar 3. *Power Supply* untuk Generator



Gambar 4. *Power Supply* Untuk Seluruh Unit Pengukuran dan Motor



Gambar 5. Rangkaian *Exciter* dan Instrumen Pengukuran



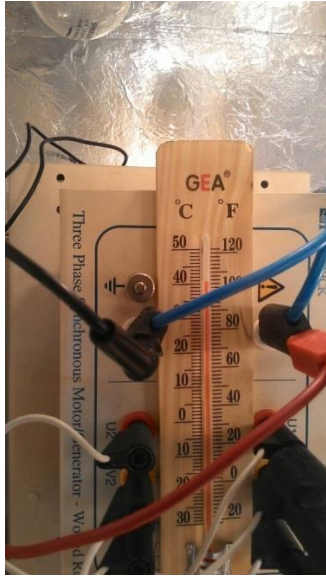
Gambar 6. *Switch Resistance Load 67-140*



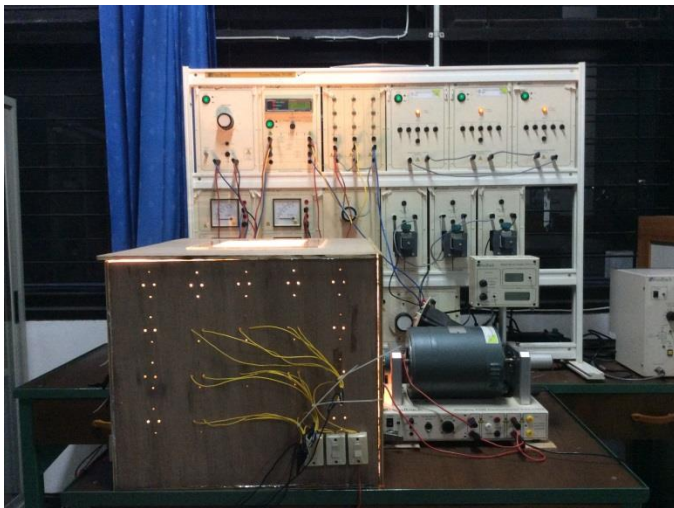
Gambar 7. Inductive Load 67-300



Gambar 8. Three Phase Capacitive Load 67-210



Gambar 9. *Thermometer* Untuk Pengukuran Temperatur



Gambar 10. Seluruh Rangkaian Perangkat Uji

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa generator sinkron tiga phase yang telah di jabarkan diatas maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Generator Tanpa Beban dan Generator Berbeban
 - a. Sirkuit Terbuka (*Open Circuit*) saat diberi ruang isolasi terlihat bahwa ketika arus eksitasinya konstan dan terjadi kenaikan temperatur ruang isolasi berpengaruh terhadap tegangan ouput dari generator, tegangan mengalami penurunan rata – rata sebesar 3-4 volt dalam tiap kenaikan temperatur tetapi penurunan yang cukup signifikan dapat dilihat ketika perpindahan dari temperatur 41°C ke temperatur 49°C.
 - b. Efisiensi generator pada beban kapasitif lebih besar daripada beban resistif dan induktif karena kemampuannya untuk menyimpan muatan sesaat, maka konsumsi arus generator jadi lebih kecil dan tegangan generator lebih besar. Namun saat generator diberikan ruang isolasi sebagai pengganti kamar mesin pada beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif efisiensi daya juga cenderung mengalami penurunan rata – rata sebesar 2%. Hal ini membuktikan bahwa temperatur ruangan juga menambah beban dari kinerja generator. pada beban resistif, induktif, dan kapasitif mengalami penurunan rata-rata sebesar 2% setiap kenaikan temperatur. Hal

ini membuktikan bahwa temperatur ruangan juga bisa menambah beban dari kinerja generator.

2. Sifat Material Kumpan Generator
 - a. Tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing memiliki nilai $500\text{ M}\Omega$ dan tahanan kumpan masing – masing $8\text{ M}\Omega$ saat sebelum diberi ruang isolasi.
 - b. Tahanan isolasi pada U – Body, V – Body, W – Body masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar $30\text{ M}\Omega$ dan tahanan kumpan masing – masing mengalami penurunan nilai rata – rata sebesar $1\text{ M}\Omega$ setelah diberikan ruang isolasi. Dari hasil tersebut dan mengacu standar minimal I.E.E maka generator tersebut baik untuk digunakan walaupun untuk tahanan isolasi dan tahanan kumpan mengalami penurunan pada setiap kenaikan temperatur.
3. Perbedaan tegangan terlihat dari generator yang diletakkan di ruang isolasi dan tidak. Generator di luar ruang isolasi akan memiliki umur yang relatif lebih panjang karena berada pada ruangan dengan temperatur normal. Hal sebaliknya akan terjadi pada generator yang berada pada ruangan isolasi akan cenderung memiliki umur yang pendek akibat kerusakan material akibat peningkatan temperatur ruangan yang mempengaruhi kinerja dari generator.

5.2. Saran

Setelah melakukan berbagai pengujian diatas saran yang dapat penulis berikan antara lain sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan penelitian kembali dengan metode yang berbeda dengan variasi temperatur yang lebih beragam serta jenis generator yang berbeda dengan mengacu pada rules yang telah di tetapkan di Class agar dapat mengetahui penurunan efisiensi daya lebih spesifik.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian kembali dengan melakukan pengambilan data dikamar mesin yang lebih dengan ikut pada sebuah rute pelayaran dikapal dalam kurun waktu tertentu.
3. Seluruh power frame set yang digunakan untuk pengujian ini untuk seterusnya diharapkan dapat digunakan untuk keperluan praktikum listrik perkapalan mendatang mengingat peralatan ini lebih lengkap dan lebih ekonomis karena konsumsi daya listriknya relatif lebih kecil dibandingkan peralatan praktikum yang lama.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Kalsifikasi Indonesia (2016). "Rules for Electrical Installations". Jakarta.
- IEC 60364-8-1, Annex A. "*Maximum Voltage Drop Allowed in The Electrical Installations*"
- IEEE std. 1159-1995. "IEEE Standard Voltage Dip". IEEE, New York.
- Nugrahanto, Agustinus. "Analisa Menentukan Besarnya Daya Pada Generator di Kapal". Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – ITS.
- Nurwidigdo, Arinda. 2008. "Uji Performa Generator Sinkron Tiga Fase Feedback Type No. 64 – 510 di Lab. Listrik Kapal dan Otomatisasi". Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – ITS.
- Ranu, Henry. 2007. "Elektronika Dasar, Arus dan Tegangan Listrik". Jakarta.
- Tanjung, Abrar. 2010. "Analisis Penentuan Kapasitor Optimum Untuk Memperbaiki Jatuh Tegangan dan Meminimalkan Rugi – Rugi Daya Pada Sistem Distribusi Menggunakan Program *Electric Transient Analysis Program*". Universitas Lancang Kuning
- Yanto, Ery. 2005. "Analisa Kebutuhan Daya Generator Akibat Modifikasi Kapal Pada Operasional Peralatan di KM. Kirana Rute Surabaya – Balikpapan". Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – ITS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Donny Endra Prastya lahir di Bojonegoro pada tanggal 09 Mei 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Sholehah dan Siti Shofiyah. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis antara lain Taman Kanak-Kanak Dharma Wanita ITS, lalu menempuh sekolah dasar pada tahun 2000 di SD Negeri Klampis Ngasem I No. 246 Surabaya, kemudian melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama pada tahun 2009 di SMP Negeri 6 Surabaya, dan menempuh jenjang selanjutnya di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Selepas lulus dari sekolah menengah atas pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan di program Strata 1 (S1) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Kegiatan akademik penulis yaitu sebagai asisten praktikum Motor Asinkron 3 Fasa dalam mata kuliah Listrik Perkapalan di *Marine Electrical and Automation System Laboratory*. Sedangkan kegiatan non akademik penulis yaitu aktif dalam HIMASISKAL FTK-ITS pada tahun kedua sebagai staf departemen Minat dan Bakat periode 2013/2014 serta menjadi staf PSDM BEM FTK-ITS dan pada tahun ketiga menjabat sebagai ketua departemen Minat dan Bakat HIMASISKAL FTK-ITS 2014/2015 serta Pemandu Samudera FTK-ITS. Selain itu penulis juga pernah berkesempatan menjadi

salah satu anggota ITS *Marine Solar Boat Team* yang berlomba dalam ajang kapal tenaga surya di Belanda tahun 2014. Pengalaman kerja penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero) dan PT. PERTAMINA (Persero) MOR IV Semarang.

Donny Endra Prastya
Marine Engineering Department
donny.doncil@gmail.com